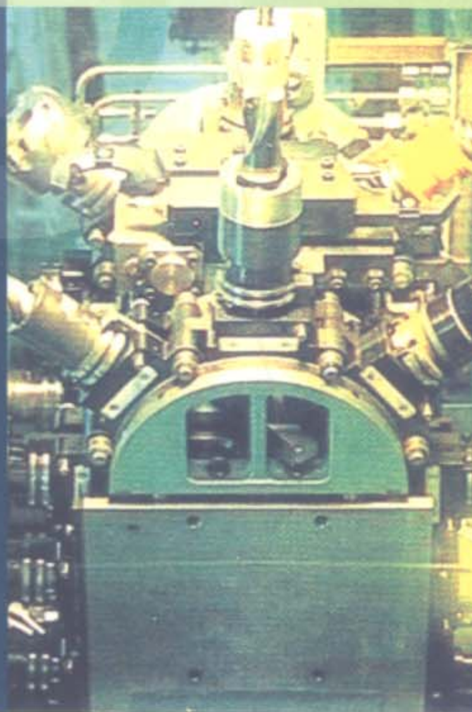
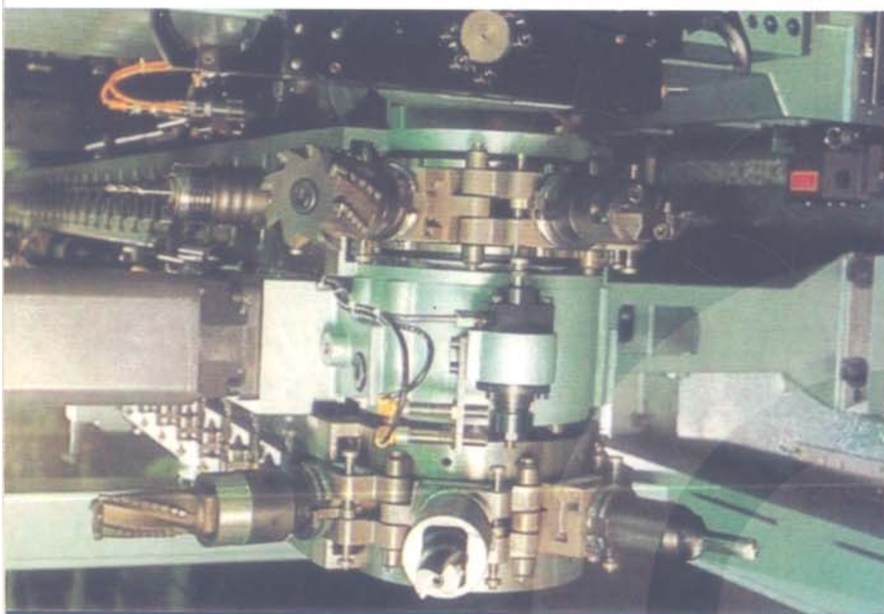
VŨ HOÀI ÂN



CƠ SỞ KỸ THUẬT CNC

TIỆN & PHAY





NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

PGS.TS. Vũ Hoài Ân

CƠ SỞ KỸ THUẬT CNC

TIỆN & PHAY

(Giáo trình cho sinh viên và học viên cao học khối kỹ thuật)



Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật

Hà Nội - 2009

Chịu trách nhiệm xuất bản: TS. Phạm Văn Diễn
Biên tập và sửa bông: Nguyễn Thị Diệu Thuý
Trình bày và chế bản: Hương Nga
Vẽ bìa: Hoài Linh

Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật

70 Trần Hưng Đạo, Hà Nội

In 500 cuốn khổ 16 x 24 tại Công ty TNHH In & TM Sông Lam
Số đăng ký kế hoạch xuất bản: 82-2008/CXB/380-02/KHKT cấp ngày 14/1/2008.
Quyết định số: 82/XB-QLXB, ngày 15/10/2008.
In xong và nộp lưu chiểu tháng 1 năm 2009

Lời nói đầu

Những năm gần đây, các loại máy công cụ điều khiển số để gia công cắt gọt kim loại được nhập khẩu ngày càng nhiều vào Việt Nam, trong đó chủ yếu là các máy phay và tiện CNC. Một số máy CNC khác trong lĩnh vực mài và gia công tia lửa điện cũng đã xuất hiện. Một vài máy phay và tiện CNC được chế tạo trong nước dưới dạng đơn chiếc.

Để đẩy nhanh quá trình công nghiệp hoá và hiện đại hoá đất nước, một trong những khâu quan trọng là phải đào tạo được ngày càng nhiều với chất lượng cao các kỹ sư và công nhân kỹ thuật có kiến thức sâu sắc và có tay nghề vững vàng để khai thác và sử dụng tốt nhất các máy công cụ CNC.

Trong quyển sách này chúng tôi muốn cung cấp cho người đọc những kiến thức cơ bản nhất được hệ thống hoá, được trình bày rõ ràng và mạch lạc về kỹ thuật gia công điều khiển số CNC trên các máy tiện và máy phay CNC. Đó là những kiến thức cơ sở về máy công cụ CNC và về phương pháp lập trình sử dụng ngôn ngữ mã G (G - codes) khi gia công tiện và phay có so sánh, đối chiếu với ngôn ngữ đối thọai trực tiếp.

Đây được coi là tài liệu học tập cho sinh viên các chuyên ngành kỹ thuật như chế tạo máy, cơ điện tử, v.v... và là tài liệu tham khảo tốt cho các học viên cao học thuộc những chuyên ngành trên. Vì thế ở cuối mỗi chương đều có câu hỏi kiểm tra kiến thức.

Chúng tôi chân thành cảm ơn các đồng nghiệp đã cùng tham gia trong quá trình biên doạn tài liệu này.

Chúng tôi rất trân trọng và cảm ơn các ý kiến đóng góp của các quý độc giả.

Các ý kiến xin gửi theo địa chỉ: Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật - 70 Trần Hưng Đạo, Hà Nội.

Tác giả

Mục lục

Lời nói đầu 3

Mục lục 5

Chương 1. Khái niệm về kỹ thuật CNC

1.1. Lịch sử phát triển của kỹ thuật CNC 11

1.2. So sánh máy công cụ thông thường với máy công cụ CNC 14

I. Cấu tạo 14

II. Chức năng 14

III. Tính kinh tế 15

1.3. Đặc điểm cấu trúc máy công cụ CNC hiện đại 17

I. Các trục bước tiến và trục quay có thể điều khiển được 17

II. Hệ thống đo hành trình 18

III. Truyền động chính và các trục chính công tác 23

IV. Thiết bị kẹp chi tiết gia công 24

V. Thiết bị thay dao (dụng cụ cắt) 25

VI. An toàn lao động khi làm việc với máy công cụ CNC 27

Câu hỏi kiểm tra kiến thức: "Cơ sở về CNC" 29

Chương 2. Cơ sở hình học cho gia công CNC

2.1. Hệ tọa độ trên máy công cụ CNC 30

I. Các loại hệ tọa độ 30

1. Hệ tọa độ Đêcac 30

2. Hệ tọa độ cực 32

3. Góc quay của trục 33

4. Định nghĩa hệ tọa độ liên quan tới máy và chi tiết gia công 34

II. Các trục bước tiến và trục quay trên máy công cụ CNC 41

1. Vị trí và và ký hiệu của các trục NC 41

2. Chiều chuyển động trên máy công cụ CNC 42

3. Ghi kích thước đúng NC 43

4. Mô phỏng CNC 44

5. Luyện tập ở xưởng 47

2.2. Tính toán NC 47

I. Cơ sở tính toán các tọa độ 47

1. Các đại lượng cơ bản của tam giác 47

2. Các góc trong tam giác 48

3. Tam giác vuông 49

4. Các hàm số lượng giác 51

II. Tính toán các tọa độ NC 52

2.3. Các điểm không (zêrô) và điểm chuẩn trên máy công cụ CNC 55

I. Các dạng điểm zêrô và điểm chuẩn 55

II. Đặt điểm zêrô phôi (W) trên máy tiện CNC 59

III. Đặt điểm zêrô phôi (W) trên máy phay CNC 61

IV. Luyện tập CNC 64

2.4. Điều khiển số trên máy công cụ CNC 77

I. Mạch điều khiển hở và mạch điều khiển kín 77

II. Điều khiển CNC 78

1. Cấu tạo và chức năng 78

2. Nhập dữ liệu và xử lý dữ liệu 78

3. Thực hiện các chuyển động chạy nội suy 79

III. Các dạng điều khiển CNC 82

IV. Vận hành DNC 86

1. Đặc trưng của vận hành DNC 86

2. Nhập và xử lý dữ liệu trong vận hành DNC 87

3. Ưu điểm của vận hành DNC 88

4. Luyện tập ở xưởng 88

2.5. Hiệu chỉnh (bù) dụng cụ cắt cho gia công CNC 89

I. Ý nghĩa và mục đích của hiệu chỉnh các giá trị dụng cụ cắt 89

1. Hiệu chỉnh chiều dài cắt dụng cụ trong phay và tiện 89

2. Bù bán kính dụng cụ cắt 90

II. Đo và điều chỉnh dụng cụ với thiết bị điều chỉnh 98

1. Cấu tạo và chức năng của thiết bị điều chỉnh trước dụng cụ 99

2. Các bước đo và điều chỉnh dụng cụ 100

III. Đo và điều chỉnh dụng cụ với trợ giúp của máy CNC 101

1. Đo dụng cụ trực tiếp trên máy tiện CNC 101

2. Xác định độ vênh giữa giá trị cần và giá trị thực bằng các phương tiện kỹ thuật khác nhau 102

3. Luyện tập CNC 103

4. Luyện tập ở xưởng 107

2.6. Hệ thống đo hành trình 107

1. Lượng tiến dao, điều khiển và điều chỉnh vị trí các trục NC 107

2. Phương pháp đo hành trình 108

Câu hỏi kiểm tra kiến thức: "Cơ sở hình học" 111

Chương 3. Cơ sở công nghệ để gia công CNC

3.1. Hệ thống dụng cụ gia công trên máy tiện và máy phay – CNC 114

I. Gá dụng cụ gia công (kẹp dao) 114

II. Cán dụng cụ gia công 115

III. Lưỡi cắt xoay bằng mảnh hợp kim cứng 116

IV. Luyện tập CNC 118

3.2. Cấu tạo và sử dụng dao tiện cho gia công CNC 120

I. Các dạng dao tiện và ký hiệu theo ISO 120

II. Vật liệu lưỡi cắt 122

III. Thông số hình học của lưỡi cắt 125

IV. Mòn dao và tuổi bền của dao 126

V. Các thông số (chế độ) cắt 127

VI. Ví dụ tính toán các thông số công nghệ cho gia công CNC 130

3.3. Cấu tạo sử dụng dao phay trong gia công CNC 131

I. Phay và phương pháp phay 131

II. Các loại dao phay và ký hiệu theo ISO 134

III. Vật liệu lưỡi cắt 136

IV. Thông số hình học lưỡi cắt của dao phay 137

V. Các thông số (chế độ) cắt 140

VI. Ví dụ tính toán các thông số (chế độ) công nghệ gia công CNC 143

VII. Luyện tập CNC 144

3.4. Tính toán chế độ công nghệ cho gia công CNC 145

I. Ví dụ tính toán chế độ công nghệ cho gia công tiện CNC 145

II. Ví dụ tính toán chế độ công nghệ cho gia công phay CNC 151

3.5. Hệ thống kẹp CNC 155

I. Các dạng hệ thống kẹp 155

II. Chủng loại và đặc điểm thiết bị kẹp để tiện 158

III. Chủng loại và đặc điểm thiết bị kẹp để phay 167

Chương 4. Lập trình NC

4.1. Tổ chức và trình tự công việc khi lập trình NC bằng tay 174

I. So sánh cách thức chuẩn bị gia công cho máy thông thường và máy CNC 174

II. Tổ chức lập trình NC 175

1. Xây dựng chương trình trong khu vực chuẩn bị sản xuất 176

2. Xây dựng chương trình ở khu vực xưởng 177

3. Sự khác nhau giữa lập trình bằng tay và lập trình bằng máy 177

III. Quá trình lập trình NC bằng tay tại vị trí lập trình 179

IV. Đảm bảo chất lượng trong gia công CNC 181

4.2. Cơ sở lập trình NC 183

1. Tiêu chuẩn lập trình NC 183

2. Cấu tạo của chương trình NC 183

3. Cấu trúc câu lệnh của chương trình NC 184

4. Cấu trúc của một từ lệnh chương trình NC 185

5. So sánh các mã lệnh chương trình NC của các hệ điều khiển CNC khác nhau 188

6. Luyện tập 190

4.3. Cơ sở lập trình NC bằng tay 193

I. Cách thức lập trình NC bằng tay 193

II. Lập trình NC bằng tay cho tiện 200

III. Lập trình NC bằng tay cho phay 216

Câu hỏi kiểm tra kiến thức: "Lập trình NC" 229

Chương 5. Xu hướng phát triển máy công cụ CNC trên thế giới

5.1. Phát triển các máy vốn là tiện CNC thành trung tâm tiện phay CNC để tập trung nguyên công 231

5.2. Phát triển các máy phay CNC điều khiển 5 trục 233

5.3. Phát triển các máy CNC hoàn toàn mới, dạng HEXAPOD có trục ảo 235

5.4. Phát triển các máy công cụ cho công nghệ cắt cao tốc HSC 237

5.5. Các máy CNC cho hệ thống công nghệ có cấu hình thay đổi nhanh RMS 238

Phụ lục 240

Tài liệu tham khảo 244

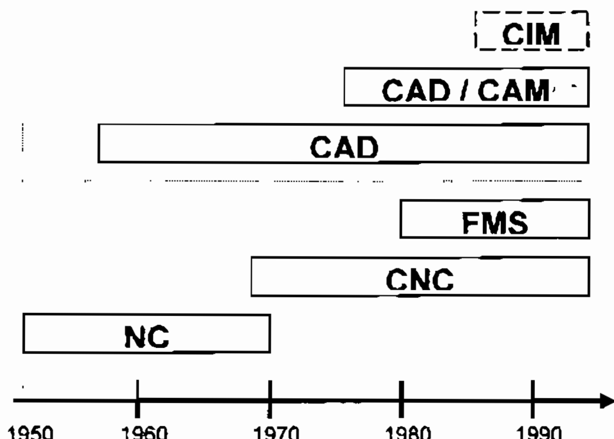
CHƯƠNG 1. KHÁI NIỆM VỀ KỸ THUẬT CNC

1.1. Lịch sử phát triển của kỹ thuật CNC

Dưới đây giới thiệu các giai đoạn phát triển từ máy công cụ thông thường tới sản xuất có tích hợp máy tính (CIM).

Ý tưởng phát triển điều khiển số cho máy công cụ NC (Numerical Control) đã xuất hiện vào những năm 1949/1950 tại Viện Công nghệ Massachusetts(MIT), Cambridge, USA. Trên cơ sở đặt hàng của không lực Hoa Kỳ, các chi tiết quan trọng của máy bay cỡ lớn không được chế tạo có các mối nối hàn hay đinh tán nữa mà cần làm từ vật liệu liền khối đồng nhất.

Các dưỡng mẫu và mô hình cần thiết để phay tạo dáng hết sức phức tạp và để sản xuất chúng bằng kỹ thuật truyền thống người ta phải tốn rất nhiều thời gian và chi phí. Tuy nhiên, vì biên dạng của chi tiết gia công lớn lại cho phép mô tả dễ dàng bằng các hàm số toán học, người ta đã đi đến quyết định, phát triển một hệ thống điều khiển máy phay dựa trên cơ sở này.



***Hình 1.* Phát triển của kỹ thuật CIM**

NC - điều khiển số;

CNC - điều khiển số với máy tính;

FMS - hệ thống sản xuất linh hoạt;

CAD - thiết kế có trợ giúp của máy tính;

CAM - sản xuất có trợ giúp của máy tính;

CIM - lập kế hoạch, thiết kế và sản xuất có tích hợp của máy tính.

Về mặt công nghệ, để thực hiện ý tưởng này cần có một hệ thống điều khiển biến đổi được đại lượng đầu vào ở dạng số thập phân và nhị phân cho hành trình và các chức năng đóng - mở, sao cho máy phay có thể hiểu và xử lý được chúng. Đó là ý tưởng cơ bản về ứng dụng điều khiển số trên máy công cụ nói chung. Việc thực hiện nó đã trở thành hiện thực, nhờ có sự phát triển mạnh mẽ của xử lý số liệu điện tử lúc đó.

Trước tiên bộ điều khiển NC cho máy phay đứng được phát triển, các thông tin về hành trình và các chức năng đóng - mở cần thiết được nhập qua băng đục lỗ. Nhờ đó, các trục bước tiến của máy phay được điều khiển sao cho trục bàn kẹp chi tiết gia công có thể thực hiện được các bước dịch chuyển theo ý muốn nhờ các động cơ làm việc độc lập. Dãy các thông tin về hành trình và chế độ đóng - mở ở dạng chữ cái và số cơ bản người ta gọi là "chương trình NC".

Máy công cụ điều khiển số (NC) đầu tiên này đã bộc lộ tất cả các tính chất đặc trưng của các máy NC được phát triển sau này:

- Bộ nhập dữ liệu với các đại lượng đầu vào dạng số về thông tin hành trình và chức năng đóng - mở trên băng đục lỗ hoặc cạc đục lỗ.
- Máy tính trong bộ điều khiển để xử lý các thông tin hành trình và chức năng đóng - mở.
- Truyền động riêng lẻ cho từng trục bước tiến và trục điều khiển chuyển động của bàn kẹp dao và kẹp chi tiết gia công.
- Hệ thống đo và kiểm tra để phản hồi vị trí của dụng cụ cắt về máy tính trong bộ điều khiển.

Vào giữa những năm 50 của thế kỷ 20 hầu hết các nhà sản xuất máy công cụ tại các nước công nghiệp đã bắt đầu phát triển và sản xuất máy phay điều khiển số, tiếp theo đó là chế tạo máy tiện NC.

Với sự phát triển nhanh chóng của các linh kiện điện tử như các bộ vi xử lý và máy tính, vào những năm 70, điều khiển NC đã bắt đầu phát triển thành điều khiển CNC (Computerized Numerical Control).

Với sự sử dụng rộng rãi các bộ vi xử lý công suất ngày càng cao, chức năng của máy công cụ điều khiển số được mở rộng nhanh chóng. Với các

máy vi tính ngày nay và điều khiển CNC cũng như SPS (điều khiển lập trình - lưu trữ được) trên các máy công cụ, việc lập trình NC chủ yếu mang lại năng suất lao động cao hơn. Độ chính xác gia công và tốc độ gia công của dụng cụ cắt cũng như công suất cắt gọt liên tục tăng lên. Bộ điều khiển CNC hiện đại phần lớn có thêm nhiều chức năng cho phép sản xuất thuận lợi hơn, ví dụ có thể trực tiếp lập trình gia công vật có cấu tạo hình học phức tạp mà không cần tới sự trợ giúp của các phép tính toán học.

Sự phát triển liên tục của các máy công cụ CNC diễn ra trong sự thúc ép cải tiến từ phía các nhà chế tạo linh kiện điện tử, điều khiển CNC, dụng cụ và máy công cụ. Trong quá trình này người sử dụng cũng thách thức một nhịp độ phát triển đi lên liên tục, với các yêu cầu luôn cao hơn, đòi hỏi những người chế tạo không ngừng có các phương án giải quyết mới và tốt hơn.

Bắt đầu trong những năm 50, thế kỷ 20, các trung tâm xử lý CNC, các hệ thống sản xuất linh hoạt (FMS) và các nhà máy tự động hoá cao (CIM) đã đánh dấu thời kỳ phát triển quan trọng này.

Dưới đây liệt kê một số đòi hỏi hiện nay từ phía người ứng dụng:

- Cổng giao tiếp công suất lớn cho phép chuyển tải ngày càng nhanh hơn, dung lượng dữ liệu ngày càng lớn hơn.
- Các trung tâm gia công đồng bộ với độ chính xác cao nhất, ví dụ, máy tiện CNC với 7 ÷ 32 trục, nhiều trục chính gia công hơn và các dụng cụ phay được truyền động khi tiện CNC.
- Gia công tốc độ cao hơn khi tiện, phay và khoan với độ chính xác cao nhất cho quỹ đạo động lực.
- Phát triển truyền động servo, tỷ lệ quét theo thời gian của nó đối với điều chỉnh kích thước gia công luôn nhỏ hơn (ngày nay tỷ lệ quét đã nhỏ hơn 1 ms).
- Giảm thiểu chi phí lập trình cho các đơn hàng sản xuất đơn chiếc.
- Hệ thống lập trình NC đơn giản và năng suất cao với sự mô phỏng tương tác và động quá trình gia công.
- Phỏng đoán lỗi có hỗ trợ đồ họa trên các máy công cụ CNC cũng như trên toán bộ hệ thống sản xuất.

1.2. So sánh máy công cụ thông thường với máy công cụ CNC

I. Cấu tạo

Máy công cụ CNC giống máy công cụ thông thường ở cấu tạo cơ bản. Điểm khác biệt là các bộ phận liên quan tới gia công phay và tiện có thể điều khiển được bằng máy tính.

Hướng chuyển động của các bộ phận trên máy công cụ điều khiển CNC được xác định theo một hệ tọa độ liên quan tới chi tiết gia công và thể hiện các trục nằm song song với các chuyển động thẳng chính của máy. Chuyển động của các cụm chi tiết riêng lẻ trên máy cần thiết cho việc gia công (bàn, bàn trượt của dụng cụ cắt,...) được tính toán, điều khiển và kiểm tra bởi một máy tính ở bên trong. Để làm được việc đó, đối với mỗi hướng chuyển động có một hệ thống đo riêng biệt, nó xác định vị trí tương ứng của các cụm chi tiết và thông báo về máy tính bên trong để kiểm tra.

II. Chức năng

Trong bảng 1 các chức năng cơ bản của máy công cụ thông thường, máy NC và máy CNC được so sánh với nhau.

Bảng 1. **So sánh các chức năng cơ bản của các máy**

Máy công cụ thông thường	Máy NC	Máy CNC
Nhập dữ liệu: Công nhân chỉnh máy bằng tay dựa vào nhiệm vụ sản xuất và các bản vẽ; gá phôi, dụng cụ cắt và điều chỉnh chúng.	**Nhập dữ liệu:** Chương trình NC được đưa vào hệ điều khiển NC nhờ băng đục lỗ.	**Nhập dữ liệu:** Chương trình NC có thể được đưa vào hệ điều khiển CNC qua bàn phím, đĩa hoặc các cổng giao tiếp (series, bus). Nhiều chương trình NC được lưu trữ trong bộ lưu trữ bên trong, hơn nữa ở hệ điều khiển hiện đại người ta còn sử dụng thêm các đĩa cứng.

Bảng 1 (tiếp theo)

Điều khiển thủ công: Công nhân cài đặt bằng tay các thông số công nghệ (số vòng quay, lượng chạy dao) và điều khiển việc gia công với các tay quay.	**Điều khiển NC:** Hệ điều khiển NC xử lý các thông tin về hành trình và chế độ đóng - mở của chương trình NC và đưa ra các tín hiệu điều khiển tương ứng tới từng bộ phận riêng của máy NC.	**Điều khiển CNC:** Máy tính và phần mềm tich hợp trong hệ điều khiển CNC đảm nhiệm toàn bộ các chức năng điều khiển và điều chỉnh của máy CNC. Đồng thời, bộ lưu trữ bên trong được sử dụng cho chương trình, chương trình con, thông số máy, kích thước dụng cụ cắt, giá trị hiệu chỉnh cũng như chu trình gia công cố định và tự do. Thường người ta hay tích hợp phần mềm phỏng đoán lỗi vào hệ điều khiển CNC.
Kiểm tra: Công nhân đo và kiểm tra thủ công độ đảm bảo kích thước của chi tiết gia công và phải lặp lại quá trình gia công nếu cần thiết.	**Máy NC:** Nhờ phản hồi liên tục của hệ thống đo và của môtơ vị trí, máy NC đã biết được kích thước của chi tiết gia công có giữ được đúng hay không trong quá trình gia công.	**Máy CNC:** Nhờ bộ cảm biến đo được tích hợp người ta có thể kiểm tra được kích thước trong khi gia công. Đồng thời, có thể làm việc trên hệ điều khiển để có được một quá trình gia công chủ động và tích cực, ví dụ, thử một chương trình NC mới và tối ưu hoá chương trình.

III. Tính kinh tế

A. Ưu điểm của máy công cụ CNC

Máy CNC có các ưu điểm sau:

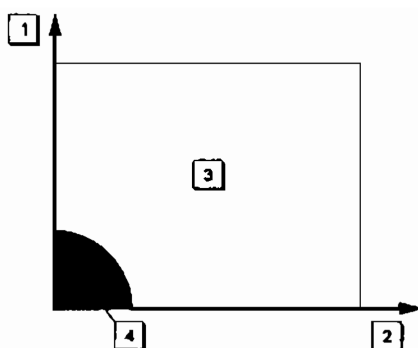
1. Với máy công cụ CNC, nhờ tốc độ gia công cao cũng như thời gian gia công cơ bản, thời gian phụ, thời gian chuẩn bị và thời gian kết thúc tại máy thấp, người ta đạt được năng suất lao động cao. Các

yếu tố ảnh hưởng sau đây tác dụng đặc biệt đến điều này:

- Lập trình trực tiếp trên máy công cụ nhờ khả năng nhập bằng tay.
- Trách nhiệm lập trình được chuyển tới một bộ phận chuẩn bị sản xuất. Nguyên vật liệu, công cụ được chuẩn bị sẵn sàng và cung cấp đúng hạn tại chỗ làm việc của máy CNC.
- Trong trường hợp gia công lặp lại, chương trình đặc thù của chi tiết gia công được lưu trữ dưới dạng chương trình con.
- Tối ưu hoá chương trình NC trong hệ điều khiển.
- Mô tả hình dạng vật gia công bằng các dữ liệu hình học đơn giản.
- Chạy dao tự động cho tới khi đạt được kích thước yêu cầu.
- Tự động vận hành tất cả các chức năng của máy và can thiệp trực tiếp khi nhận ra lỗi và nhiễu.
- Giám sát tự động quá trình sản xuất bằng chính hệ điều khiển CNC (đo, kiểm tra tự động).
- Sử dụng đa dạng dụng cụ trong các hệ thống giữ dụng cụ gia công.
- Có thể chuẩn bị trước dụng cụ gia công bên ngoài máy mà không ảnh hưởng tới thời gian chạy máy.

2. Chất lượng chi tiết gia công không thay đổi và ít phế liệu.
3. Độ chính xác gia công cao nhờ cấp chính xác của máy cao (độ chính xác đo 1/1000 mm).
4. Thời gian gia công thấp nhờ tổ chức sản xuất và kết hợp tốt hơn các bước công việc phân tán.
5. Hệ số sử dụng máy cao nhờ cách vận hành máy.
6. Độ linh hoạt sản xuất được cải thiện nhờ hệ thống gia công, dẫn đến quá trình sản xuất hợp lý cho lô nhỏ cũng như đơn chiếc với độ phức tạp cao.

Nhờ các ưu điểm trên máy công cụ CNC đã chiếm ưu thế trong gia công cắt gọt. Phạm vi ứng dụng rộng lớn là đặc điểm hấp dẫn của máy cộng cụ CNC (hình 2).



Hình 2. Phạm vi ứng dụng của máy công cụ CNC

1 - *năng suất tăng lên;*

2 - *độ phức tạp và độ chính xác gia công tăng lên;*

3 - *máy công cụ CNC;*

4 - *máy công cụ thông thường.*

B. Điều kiện khi sử dụng máy công cụ CNC

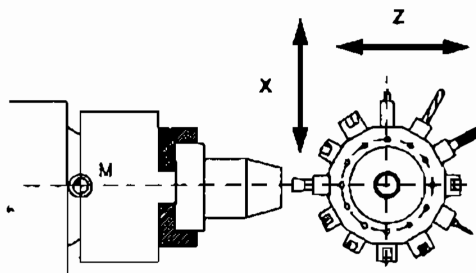
Để vận hành và lập trình cho máy công cụ CNC người vận hành máy cần có trình độ cao. Do tốc độ gia công CNC cao hơn rất nhiều nên các kinh nghiệm có được từ gia công trên máy thông thường công nhân không thể mang sang ứng dụng cho máy CNC mà không được bồi dưỡng thêm về kiến thức.

1.3. Đặc điểm kết cấu của máy công cụ CNC hiện đại

I. Các trục bước tiến và trục quay có thể điều khiển được

Gia công chi tiết trên máy công cụ CNC đòi hỏi các trục bước tiến có thể điều khiển cũng như điều chỉnh được, chúng được truyền động độc lập bởi các môtơ servo. Các tay quay thường dùng trên máy thông thường, vì vậy là không cần thiết trên máy công cụ hiện đại nữa.

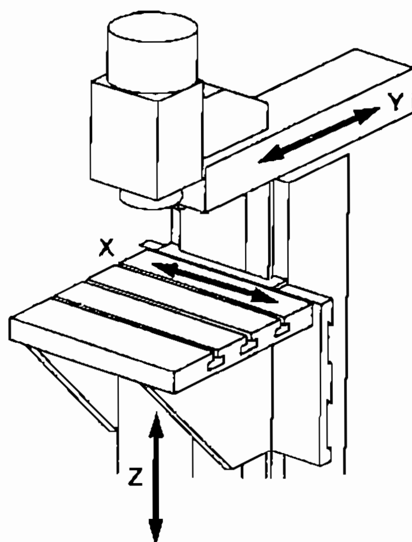
1. Máy tiện CNC (hình 3) gồm ít nhất 2 trục bước tiến điều khiển và điều chỉnh được, chúng được ký hiệu với X và Z.



Hình 3. Trục NC điều khiển được trên máy tiện

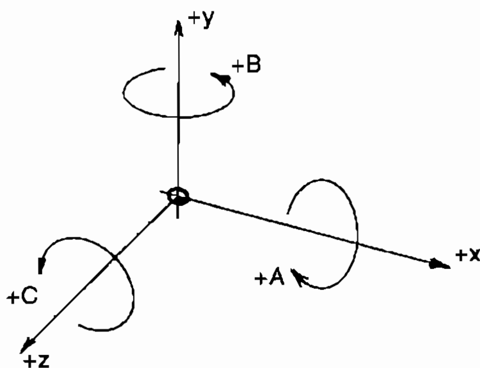
2. Máy phay CNC (hình 4) lại sử dụng với ít nhất 3 trục bước tiến điều khiển và điều chỉnh được, chúng được ký hiệu với X, Y, Z.

Ngoài các chuyển động thẳng dọc theo các trục X, Y, Z còn có chuyển động quay điều khiển được quanh các trục này.



Hình 4. **Trục NC điều khiển được trên máy phay**

Các trục quay điều khiển được này được ký hiệu với A, B và C (hình 5).



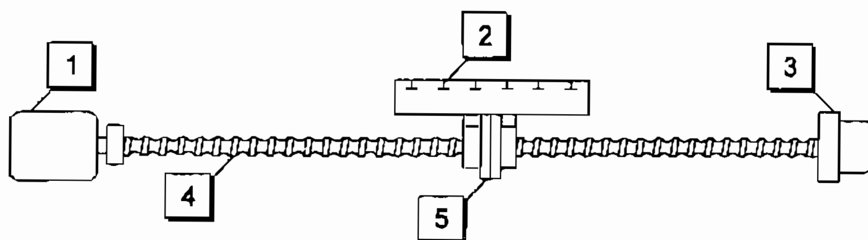
Hình 5. **Các trục bước tiến và trục quay trong hệ tọa độ Đêcac**

Thường phải cần thêm các trục bước tiến điều khiển được, các trục này được ký hiệu tiếp bằng U, V, W. Thêm vào là các trục quay điều khiển được để cho các bàn máy, bộ đỡ trục chính, bộ đỡ dao có thể quay quanh nó, độc lập với các trục bước tiến. Chúng được ký hiệu với A, B và C.

Xe dao và bàn máy khi gia công được dịch chuyển nhờ các truyền động bước tiến. Vì độ chính xác gia công cao và độ chính xác lặp lại cao, yêu cầu đặt ra cho truyền động bước tiến là rất cao. Vì vậy, mỗi chuyển động của các trục phải được thực hiện ở tốc độ bước tiến cao và thời gian định vị thấp. Để thực hiện được yêu cầu đó, bộ truyền động bước tiến hiện đại bao gồm (hình 6) các cụm sau:

- Môtơ, ly hợp cơ khí chống lại sự quá tải cũng được điều khiển điện tử.
- Vít me bi giúp cho quá trình truyền lực không có khe hở.
- Hệ thống đo như hệ thống đo hành trình, phần lớn được đặt ở cuối đầu tự do của trục.
- Bộ khuyếch đại công suất với các cổng giao tiếp bằng số hoặc tương tự nhằm để điều khiển CNC.

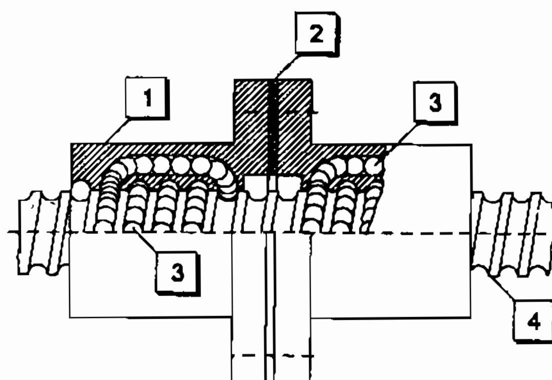
Để đo vị trí chính xác, truyền động bước tiến được kết nối với thiết bị đo. Mỗi trục điều khiển được của máy CNC cần một hệ thống đo hành trình với xử lý tự động các tín hiệu đo. Độ phân giải hay được sử dụng khi đo độ dài là 0,001mm, chỉ đối với trục X trên máy tiện (kích thước đường kính) là 0,0005 và trên máy mài chính xác được sử dụng tới 0,0001.



***Hình 6.* Truyền động bước tiến của bàn máy với truyền động vít me bi**

1 - động cơ bước tiến; 2 - bàn máy; 3 - hệ thống đo;
4 - vít me bi; 5 - đai ốc bi.

Thường cơ cấu truyền động vít me bi đạt được độ chính xác cao trong quá trình dịch chuyển. Nếu trục chính được đưa vào chuyển động nhờ động cơ, thì đai ốc bi dịch chuyển hầu như không có khe hở theo chiều dọc và đẩy xe dao hoặc bàn máy tương ứng trượt dọc theo băng máy (hình 7). Trong suốt quá trình truyền động hai nửa của đai ốc bi kẹp tựa vào nhau đảm bảo khe hở và ma sát của ren là nhỏ nhất. Để đảm bảo khe hở ren là nhỏ nhất hai nửa của đai ốc bi được hiệu chỉnh trước, do vậy, có thể đạt được độ chính xác kích thước khi gia công. Khả năng lỗi về bước của trục vít me bi có thể được cân đối tự động nhờ sự bù lỗi về bước của trục. Các khả năng cơ khí khác như thanh răng - bánh răng và trục vít - đai ốc là các truyền động có độ chính xác trung bình. Đối với độ chính xác thấp cũng có thể sử dụng truyền động thuỷ lực.



Hình 7. **Truyền động vít me bi với đai ốc hai nửa không có khe hở**

1 *- đai ốc bi;* 2 *- vòng đệm;* 3 *- bi;* 4 *- trục vít me bi.*

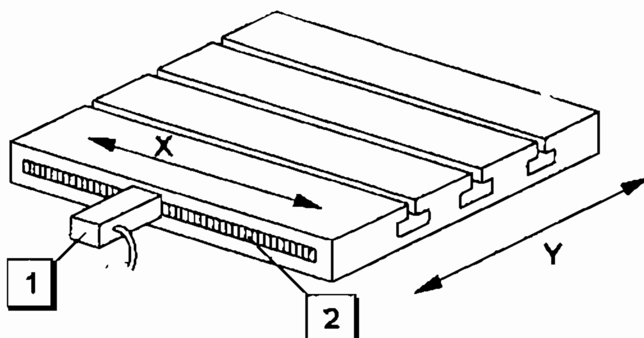
Dung sai gia công trong sản xất trục vít me bi có thể được sửa chữa trên hệ điều khiển CNC hiện đại với sự cân đối lỗi về bước của trục. Thêm vào đó các dung sai có thể được nhận biết bằng các hệ thống đo laser và được lưu trữ trong hệ điều khiển CNC.

II. Hệ thống đo hành trình

Tuỳ thuộc vào loại thiết bị đo được sử dụng cũng như thước đo để phân biệt giữa đo vị trí trực tiếp và gián tiếp cũng như giữa đo vị trí tuyệt đối và tương đối. Thước đo trực tiếp cho giá trị đo chính xác nhất.

Khi đo *vị trí trực tiếp* (xem hình 8) thước đo được gắn trên xe dao hay trên bàn máy, vì vậy độ không chính xác của trục chính và khớp nối truyền động không ảnh hưởng tới giá trị đo.

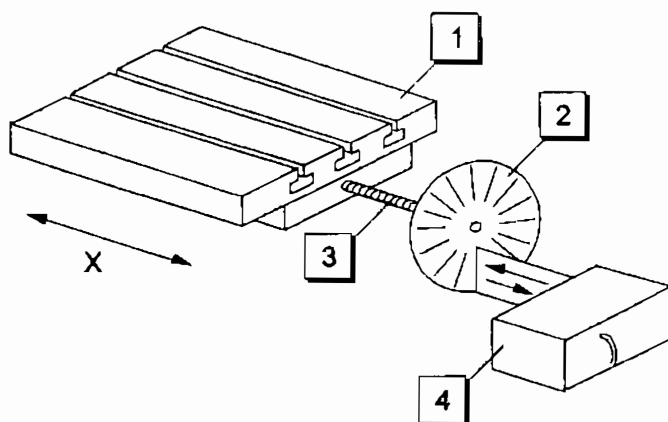
Giá trị đo được nhận biết bởi một cảm biến quang học trên có chia vạch của thang đo. Cảm biến đo biến đổi các giá trị đo đã xác định sang tín hiệu điện và chuyển tiếp chúng cho hệ điều khiển.



Hình 8. **Đo vị trí trực tiếp**

1 - *cảm biến giá trị đo;* 2 - *thước bằng thuỷ tinh với thang chia.*

Khi đo *vị trí gián tiếp* (xem hình 9) chuyển động dịch chuyển đạt được từ chuyển động quay của trục vít me bi với một đĩa xung như là một thang đo. Chuyển động quay của đĩa xung được ghi lại nhờ một bộ cảm biến và các tín hiệu này được chuyển tiếp tới hệ điều khiển. Hệ điều khiển tính toán các chuyển động chính xác của bàn máy cũng như các vị trí của chúng từ các xung quay.

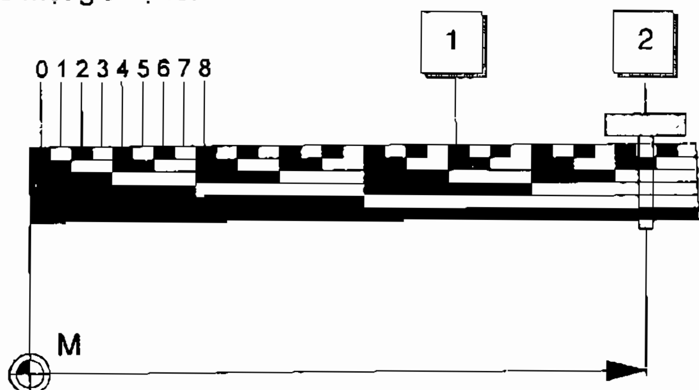


***Hình 9.* Đo vị trí gián tiếp**

1 - bàn máy; 2 - đĩa xung như là thang đo; 3 - trục vít me bi;

4 - cảm biến giá trị đo (cảm biến quay).

Khi đo *vị trí tuyệt đối* (xem hình 10) một thang đo đã mã hoá chỉ trực tiếp vị trí của bàn máy so với một điểm định hướng cố định trên máy. Điểm này được coi là điểm 0 của máy do nhà chế tạo máy quy định. Với điều kiện, phạm vi đọc của thang đo lớn như là phạm vi làm việc và mã hoá nhị phân được thực hiện trên thang đo, thì điều khiển có thể xếp mỗi vị trí đọc được vào một giá trị số.

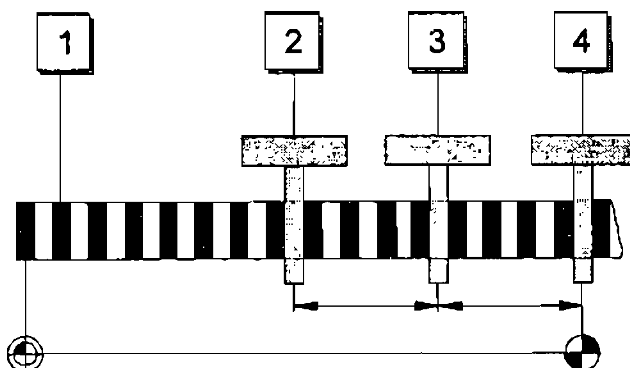


***Hình 10.* Đo vị trí tuyệt đối**

1 - thang đo được mã hoá nhị phân; 2 - các vị trí tức thời của bàn máy.

Khi đo *vị trí gia số* (xem hình 11) một thang đo được sử dụng với lưới vạch đơn giản có các vùng sáng tối xen kẽ. Khi chuyển động bước tiến ngang qua bộ cảm biến nó sẽ đếm số vùng sáng vùng tối và tính toán vị trí tức thời của bàn máy từ độ chênh lệch so với vị trí bàn máy trước đó.

Hệ điều khiển phải được nhận biết một lần vị trí tuyệt đối, từ đó nó có thể tính vị trí tức thời của bàn máy với sự giúp đỡ của phép đo vị trí tuyệt đối. Do đó, cần thiết phải một lần đưa máy đến vị trí tuyệt đối này, mà trên máy được coi là điểm tham chiếu, sau khi bật hệ điều khiển. Mỗi chuyển động của một trục, kể cả khi dịch chuyển bằng tay qua sử dụng bánh tay quay hay nút bấm đều phải được hệ điều khiển nhận biết.



Hình 11. Đo vị trí gia số

1 - *lưới vạch;* 2 - *vị trí trước của bàn máy;* 3 - *vị trí mới của bàn máy;*

4 - *bàn máy tại điểm tham chiếu.*

Vì hệ điều khiển khi tắt máy thì sẽ mất sự kiểm soát qua các chuyển động cơ học, nên khi bật máy việc đưa về điểm tham chiếu cần được thực hiện mới.

III. Truyền động chính và các trục chính công tác

Bộ truyền động chính của máy CNC phải truyền qua các động cơ truyền động thích hợp với công suất cắt gọt cần thiết để gia công chi tiết tương ứng qua trục chính công tác. Ngoài ra còn có sự tiêu hao do ma sát, thường gặp trong phần cơ khí của máy và ảnh hưởng tới hệ số tác dụng hữu ích của

máy CNC. Đòi hỏi độ cứng vững của bộ truyền động cao, có ý nghĩa là, mômen quay cần đảm bảo sao cho vị trí thích hợp có thể được giữ cố định dù các lực gia công cao. Ngoài ra, bộ truyền động phải có đủ động lực để thực hiện nhanh việc thay đổi tốc độ mà không gây rung động lớn.

Trước đây, trục chính công tác và trục chính đối diện trên các máy công cụ CNC được truyền động bằng động cơ một chiều. Để giữ cho tốc độ cắt ổn định, nói chung, số vòng quay của các động cơ này cần, ví dụ, để tiện các đường kính khác nhau, có thể được điều chỉnh vô cấp trong một phạm vi rộng. Nhược điểm của động cơ một chiều là các chổi than bị mòn, chúng phải được kiểm tra định kỳ và thay thế theo quy định.

Nhờ sự phát triển nhanh chóng của các linh kiện vi điện tử, ngày nay phần lớn các động cơ điện xoay chiều được đưa vào sử dụng. Bất lợi của nó là điều khiển vòng quay phức tạp, có thể được bỏ qua do sự giảm giá thành khi điều khiển bằng điện tử.

Có hai dạng động cơ điện xoay chiều khác nhau, động cơ không đồng bộ và động cơ đồng bộ. Chúng có các lợi thế cơ bản so với động cơ một chiều. Với kích thước như nhau chúng đạt được mômen quay cao hơn. Ngoài ra số vòng quay cao hơn tới ba lần và cơ bản là có thể đạt năng suất cao hơn. Các động cơ này làm việc không cần chổi than, không có cổ góp hoặc vòng mài vì vậy không cần bảo dưỡng.

Để đảm bảo khả năng thay đổi cao khi sử dụng đa dạng thiết bị cặp, đầu trục chính công tác được tiêu chuẩn hoá. Trên máy CNC, trục chính công tác, cũng như đối với nhiều chi tiết khác, có kích thước lớn, khoẻ hơn các máy công cụ thông thường do gia tốc rất cao (10 đến 40 m/s^2) và năng suất cắt gọt lớn.

IV. Thiết bị kẹp chi tiết gia công

Thiết bị kẹp chi tiết gia công nhằm giữ chính xác và đúng vị trí chi tiết gia công trên trục chính công tác khi tiện cũng như trên bàn máy khi phay. Việc kẹp phải đảm bảo chi tiết gia công chịu được lực gia công, tuyệt đối không có khe hở, đúng vị trí và chắc chắn. Có nhiều thiết bị kẹp chi tiết gia công.

Đối với gia công tiện, trong tương lai, việc lấy và đưa chi tiết gia công vào cần được thực hiện tự động nhờ robot nạp phôi. Trong gia công tiện, phần lớn người ta sử dụng các mâm cặp điều khiển được ở nhiều dạng khách nhau. Các mâm cặp này được thiết kế đảm bảo điều khiển các chấu

cặp tự động đóng - mở bằng khí lực hoặc thuỷ lực. Lực kẹp có thể điều chỉnh được. Tuỳ theo trọng lượng, vật liệu, tỷ lệ giữa chiều dài và đường kính, chiều sâu kẹp và các điều kiện cắt gọt mà lực kẹp được điều chỉnh lớn hay nhỏ hơn.

Mâm cặp làm việc với số vòng quay cao sẽ có sự cân đối lực li tâm, do đó lực kẹp không giảm do lực li tâm đặt ngược lại. Việc cân đối lực li tâm này được thực hiện, ví dụ, nhờ tải trọng cân đối được nối với chấu kẹp qua một cánh tay đòn. Lực li tâm của tải trọng cân đối tác dụng ngược lại lực li tâm của chấu kẹp. Lực kẹp được giữ không đổi nhờ sự bù này. Đối với trường hợp làm việc giữa hai mũi tâm, người ta thường sử dụng mâm tốc, tốc mặt đầu và mũi tâm xoay điều khiển được. Để kẹp các chi tiết nhỏ thường sử dụng hệ thống kẹp rút điều khiển được.

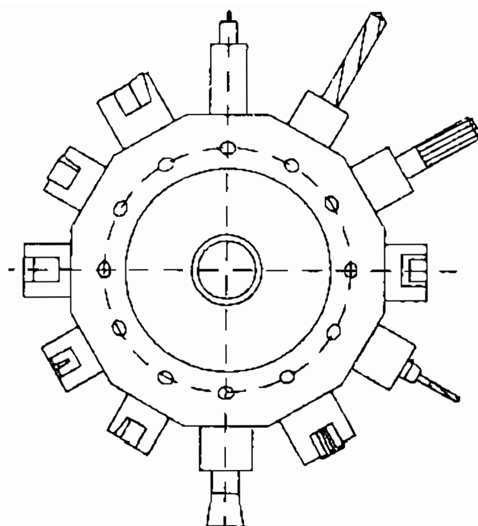
Trong gia công phay CNC chức năng chính của thiết bị kẹp chi tiết gia công là định vị đúng vị trí chi tiết gia công. Việc kẹp chi tiết gia công cần cho phép thay đổi chi tiết gia công nhanh, dễ làm, đúng và chính xác vị trí, lặp lại được. Đối với gia công phay đơn giản thì dùng êtô thuỷ lực điều khiển được là đủ. Đối với chi tiết gia công phay nhiều phía thì việc gia công đồng bộ yêu cầu càng ít lần kẹp càng tốt. Đối với chi tiết phay phức tạp cần chế tạo các đồ gá - kể cả với khả năng quay ngoặt tự động được - hoặc kết hợp từ hệ thống bộ đồ gá có sẵn, nhờ đó mà việc gia công đồng bộ được thực hiện mà không cần đổi kẹp. Việc sử dụng các palet gá chi tiết gia công ngày càng nhiều. Các palet này được công nhân lắp các chi tiết sẽ được gia công tiếp theo ở ngoài không gian làm việc của máy phay, sẽ tự động vào đúng vị trí gia công.

V. Thiết bị thay dao (dụng cụ cắt)

Máy công cụ CNC được trang bị thiết bị thay dao tự động và điều khiển được. Tuỳ thuộc vào dạng cấu tạo và phạm vi ứng dụng các thiết bị thay dao này có thể chứa đồng thời nhiều dao khác nhau. Dao được gọi ra từ chương trình NC và đưa vào vị trí khởi động và gia công. Thường có hai dạng cấu tạo sau:

- Đầu revolve chứa dao.
- Thiết bị thay dao.

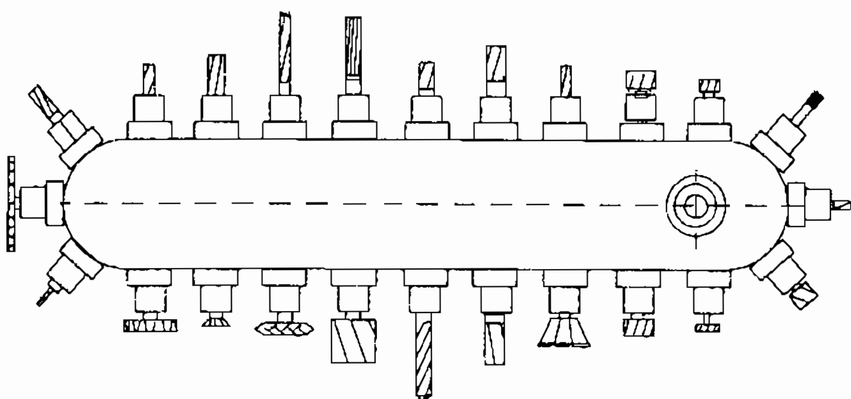
Đầu revolve (xem hình 12) chủ yếu được sử dụng trên máy tiện, còn thiết bị thay dao hay được dùng trên máy phay.



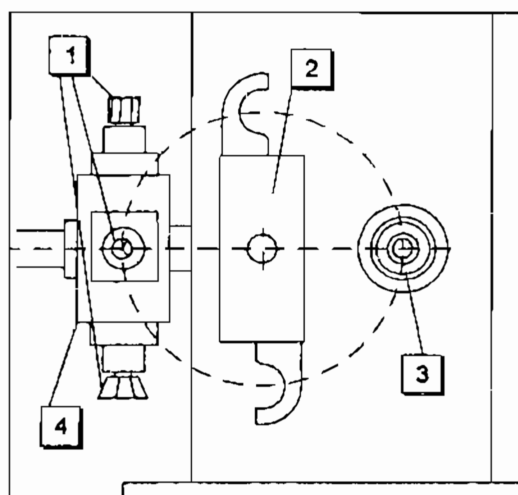
Hình 12. **Ví dụ về đầu thay dao revolve**

Nếu trong chương trình NC một dao mới được gọi, đầu revolve sẽ quay cho tới khi dao mong muốn nằm ở vị trí làm việc. Việc thay dao tự động như vậy ngày nay chỉ diễn ra trong một phần giây.

Tuỳ theo kiểu cấu tạo và độ lớn, đầu revolve cho máy tiện CNC có từ 8 tới 16 vị trí giữ dao. Đối với các trung tâm gia công tiện lớn có tới 3 đầu revolve đồng thời được sử dụng. Nếu trên những trung tâm gia công như vậy cần nhiều hơn 48 dao người ta sử dụng các thiết bị thay dao có các kiểu cấu tạo khác nhau, chúng có thể giữ tới 100 dao hoặc nhiều hơn. Có các loại thiết bị thay dao như loại dạng dải, loại dạng vòng, loại dạng đĩa, loại dạng xích (hình 13) và loại dạng hộp.



Hình 13. **Ví dụ thiết bị thay dao dạng xích**



Hình 14. Thiết bị thay dao tự động

| 1 | - *dao phay;* | 2 | - *cần thay dao;* | 3 | - *trục chính công tác;* | 4 | - *thiết bị thay dao.*

Trong thiết bị thay dao, việc thay dao được thực hiện với sự trợ giúp của một hệ thống cần gạt gọi là cần thay dao (hình 14). Việc thay đổi dao với sự giúp đỡ của cần gạt kép sau khi có một dao mới trong chương trình NC được gọi như sau:

- Định vị dao chính mong muốn trong ổ dao vào vị trí thay dao.
- Đưa trục chính công tác về vị trí thay dao.
- Quay cần gạt dao về phía dao cũ trong trục chính và về phía dao mới trong ổ dao.
- Lấy dao trong trục chính và trong ổ dao, quay cần gạt dao.
- Đặt dao mới vào trục chính công tác và dao cũ vào ổ chứa dao.
- Bẻ cần gạt về vị trí nghỉ.

Thời gian thay dao khoảng 6 tới 15 giây, bộ thay dao nhanh nhất hiện nay thay dao mất khoảng 1 giây.

VI. An toàn lao động khi làm việc với máy công cụ CNC

Nhờ có an toàn lao động mà tại vị trí làm việc, người, máy móc, thiết bị tránh được tai nạn, hư hỏng.

Về cơ bản các điều kiện kỹ thuật đảm bảo an toàn khi lao động trên máy công cụ CNC tương tự như trên máy thông thường, có thể xếp chúng theo 3 tiêu chí sau:

- Tránh nguy hiểm

  - Các thiếu sót trên máy chính và thiếu sót trang thiết bị cần thiết cho công việc phải lập tức được thông báo.
  - Lối thoát hiểm phải luôn được để trống.
  - Không mang các vật bén nhọn trong quần áo trên người.
  - Tháo đồng hồ và nhẫn khi làm việc.

- Che chắn và đánh dấu các vị trí nguy hiểm

  - Tất cả các thiết bị an toàn và các biển chỉ dẫn không được phép tháo bỏ hoặc bị tê liệt.
  - Các bộ phận chuyển động hoặc đan giao vào nhau phải được che chắn.

- Phòng ngừa nguy hiểm

  - Phải mặc quần áo bảo hộ lao động để tránh các tia lửa.
  - Để bảo vệ mắt phải đeo kính bảo hộ hoặc mặt nạ bảo hộ.
  - Các dây cáp điện bị hỏng, hở không được phép sử dụng.

Khi điều chỉnh và vận hành máy CNC cần đặc biệt chú ý:

- Cơ bản việc điều chỉnh được tiến hành khi máy đã tắt, trừ trường hợp ngoại lệ yêu cầu phải làm việc khi máy đang mở, ví dụ, khi rà chi tiết gia công với dao.
- Người vận hành máy không nên dừng lại ở vùng quay lắc hoặc vùng làm việc của máy, vì máy có thể thực hiện các chuyển động quay đầu Revolve tự động hoặc chuyển động tịnh tiến của bàn máy.
- Phải tuân thủ các chỉ dẫn an toàn của nhà chế tạo máy.

Ngoài ra, cần chú ý tới các yêu cầu kỹ thuật an toàn sau đây:

- Phải cài chốt an toàn tránh việc gia công các chi tiết được đặt sai hoặc kẹp không đủ chặt, tránh văng các chi tiết chuyển động và

tránh việc thực hiện tự động một bước công việc nào đó trước khi công việc hiệu chỉnh kết thúc.

- Khoá các thiết bị cặp chi tiết gia công trên máy công cụ CNC.
- Giữ khoảng cách an toàn giữa các bộ phận nhô ra xa của các máy CNC cạnh nhau trong hệ thống mạng máy CNC.
- Tránh phoi văng cũng như tia phun của dung dịch trơn nguôi.
- Hút bụi không khí trong gian máy.

Câu hỏi kiểm tra kiến thức "Cơ sở về CNC" (bảng 2)

Bảng 2

1. Hãy giải thích sự khác nhau cơ bản giữa máy công cụ CNC và máy công cụ thông thường.
2. Hãy nêu các đặc điểm đặc trưng của các máy công cụ điều khiển số.
3. Máy điều khiển CNC có các ưu điểm nào so với máy thông thường?
4. Tại sao các trục bước tiến trên máy CNC cần phải điều chỉnh được?
5. Bộ truyền động bước tiến hiện đại bao gồm các cụm bộ phận nào?
6. Một máy tiện CNC phải có tối thiểu bao nhiêu trục bước tiến?
7. Các trục bước tiến của máy tiện CNC được ký hiệu như thế nào?
8. Một máy phay CNC phải có tối thiểu bao nhiêu trục bước tiến?
9. Các trục bước tiến của máy phay CNC được ký hiệu như thế nào?
10. Hãy nêu ví dụ về các trục quay điều khiển được trên máy công cụ CNC.
11. Các trục quay điều khiển được trên máy tiện CNC cho ta những khả năng nào?
12. Các trục quay điều khiển được trên máy phay CNC cho ta những khả năng nào?
13. Hãy giải thích ý nghĩa và tác dụng của trục vít me bi.
14. Hãy nêu sự khác nhau cơ bản giữa phép đo vị trí trực tiếp và gián tiếp.
15. Đo vị trí tuyệt đối phân biệt với đo vị trí tương đối như thế nào?
16. Động cơ truyền động chính điều chỉnh được số vòng quay có ưu điểm gì?
17. Có những thiết bị thay dao nào trên máy tiện CNC?
18. Có những loại thiết bị thay dao nào trên máy phay CNC?

Chương 2. Cơ sở hình học cho gia công CNC

2.1. Hệ tọa độ trên máy công cụ CNC

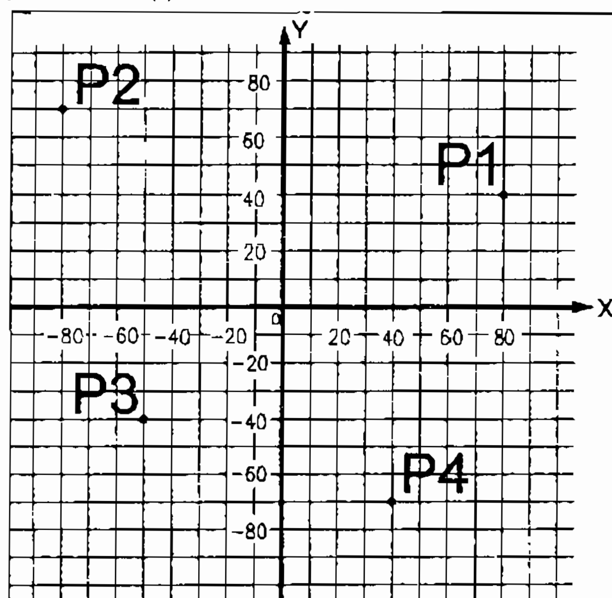
I. Các loại hệ tọa độ

Các hệ tọa độ cho phép mô tả chính xác tất cả các điểm trên bề mặt gia công cũng như trong không gian. Về cơ bản các hệ tọa độ được chia thành: hệ tọa độ Đêcac và hệ tọa độ cực.

1. Hệ tọa độ Đêcac

Một hệ tọa độ Đêcac, còn gọi là hệ tọa độ vuông góc, dùng để mô tả chính xác các điểm xác định bởi hai trục tọa độ (hệ tọa độ Đêcac phẳng) hoặc ba trục tọa độ (hệ tọa độ Đêcac không gian) vuông góc với nhau.

Trong hệ tọa độ Đêcac phẳng, ví dụ, trong hệ tọa độ X, Y, mỗi điểm trên mặt phẳng được xác định duy nhất bởi cặp tọa độ (X, Y) (xem hình 15). Khoảng cách tới trục Y được ký hiệu là tọa độ X và khoảng cách tới trục X được ký hiệu là tọa độ Y. Những tọa độ này có thể mang dấu dương (+) hoặc âm (-).



Ví dụ:

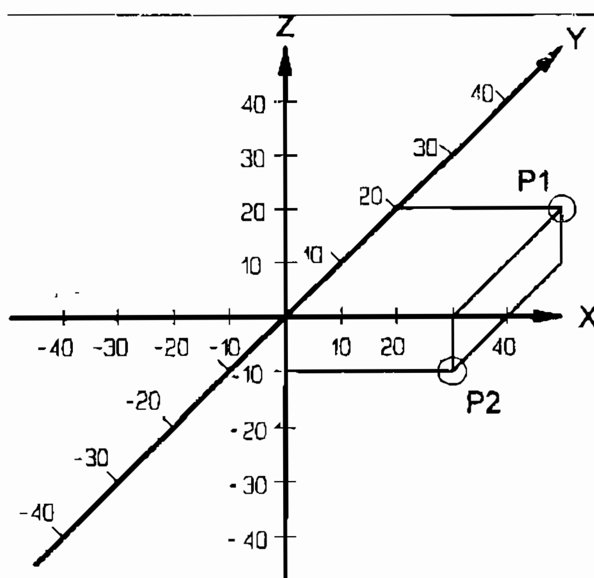
P1	X = 80	Y = 40
P2	X = -80	Y = 70
P3	X = -50	Y = -40
P4	X = 40	Y = -70

Hình 15. **Hệ tọa độ Đêcac với 2 trục (X;Y)**

Nếu đặt bản vẽ chi tiết gia công trong hệ tọa độ này người ta có thể đọc được tất cả các điểm gia công quan trọng. Tuỳ theo điểm 0 của chi tiết gia công được đặt ở đâu mà người ta có thể xác định chính xác vị trí các điểm bằng tọa độ chỉ dương hoặc cả âm.

Hệ tọa độ Đêcac không gian dùng để biểu diễn và xác định vị trí của chi tiết gia công trong không gian, ví dụ, đối với chi tiết gia công phay là cần thiết. Để mô tả duy nhất một điểm trong không gian cần thiết phải có 3 tọa độ, được gọi tương ứng là trục tọa độ X-, Y- và Z (xem hình 16).

Hệ tọa độ 3 chiều với các trục tọa độ có phạm vi dương (+) và âm (-) như vậy cho phép mô tả chính xác tất cả các điểm vị trí, ví dụ, trong không gian làm việc của một máy phay mà không phụ thuộc vào việc điểm 0 của chi tiết gia công được đặt ở đâu.



Ví dụ:

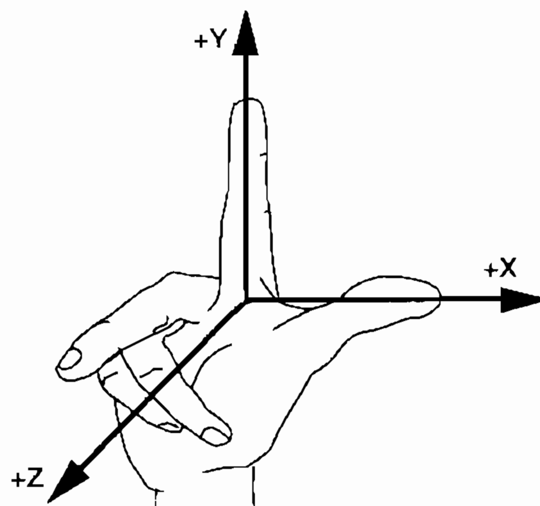
P1 X = 30 Y = 20 Z = 0

P2 X = 30 Y = 0 Z = -10

Hình 16. **Hệ tọa độ Đêcac 3 trục (X;Y;Z)**

Các ký hiệu của 3 trục cũng như 3 tọa độ được chọn được gọi là hệ thống phải, tuân theo quy tắc bàn tay phải (xem hình 17). Các ngón tay của bàn tay phải luôn chỉ chiều dương (+) của mỗi trục.

Hệ như vậy còn được gọi là hệ tọa độ quay phải.

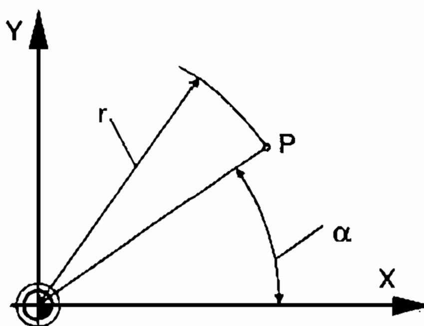


***Hình 17.* Quy tắc bàn tay phải**

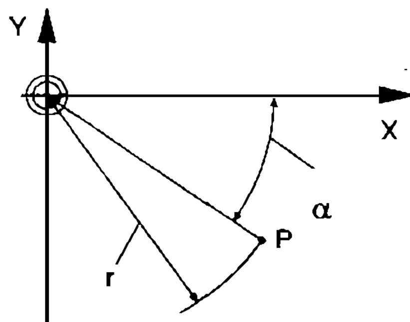
2. Hệ tọa độ cực

Trong hệ tọa độ Đêcac mỗi điểm được mô tả bằng tọa độ X và Y của nó. Đối với các biên dạng đối xứng quay tròn, ví dụ, các hình lỗ khoan dạng tròn, các tọa độ cần thiết cần được tính với tốn kém đáng kể.

Trong hệ tọa độ cực mỗi điểm được mô tả bằng khoảng cách của điểm đó (bán kính r) tới gốc tọa độ và góc (α) của nó tạo với trục nhất định. Góc (α) tạo với trục X trong hệ tọa độ X, Y. Nếu đo từ trục X dương đi ngược chiều kim đồng hồ góc sẽ mang dấu (+) (xem hình 18). Theo chiều ngược lại góc sẽ mang dấu âm (xem hình 19).



***Hình 18.* Hệ tọa độ cực (góc α dương)**



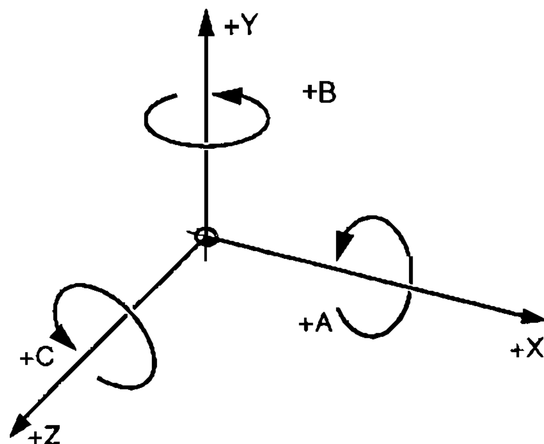
Hình 19. **Hệ tọa độ cực (góc α âm)**

3. Góc quay của trục

Mỗi trục cơ bản X, Y và Z có các trục quay quanh tương ứng. Các góc quay của trục được ký hiệu với A, B, C, trong đó A quay quanh trục X, B quay quanh trục Y và C quanh trục Z (xem hình 20).

Chiều quay là dương nếu nhìn từ gốc tọa độ theo hướng chiều quay chạy theo kim đồng hồ (giống như chuyển động của con vít với ren phải hoặc chiều quay của cái mở nút chai).

Ký hiệu của góc A, B và C trên tọa độ cực có thể được rút ra từ hình 20. Nếu điểm đến nằm trong mặt phẳng X, Y của hệ tọa độ thì góc tọa độ cực tương ứng với góc quay quanh trục Z là C. Trong mặt phẳng Y/Z góc tọa độ cực tương ứng với góc quay quanh trục X là A. Trong X/Z tương ứng với góc quay quanh trục Y là B.



Hình 20. **Góc quay của trục với chiều quay**

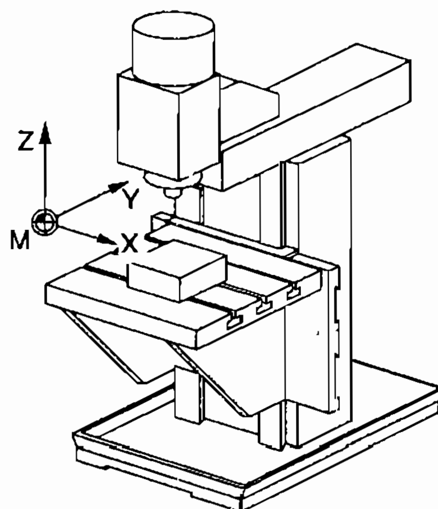
4. Định nghĩa hệ tọa độ liên quan tới máy và chi tiết gia công

a) Hệ tọa độ máy

Hệ tọa độ của máy công cụ CNC do nhà chế tạo quy định và không thể thay đổi được. Điểm gốc của hệ tọa độ máy còn được gọi là điểm zêrô máy M và vị trí của nó không thể dịch chuyển được (xem hình 21).

b) Hệ tọa độ phôi

Hệ tọa độ phôi do người lập trình quy định và có thể thay đổi được. Vị trí điểm gốc của hệ tọa độ phôi, còn gọi là điểm zêrô phôi, về cơ bản là bất kỳ (xem hình 22).

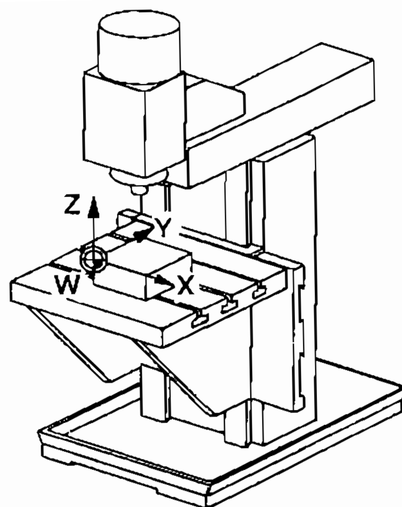


M - điểm zêrô máy

***Hình 21*. Hệ tọa độ máy**

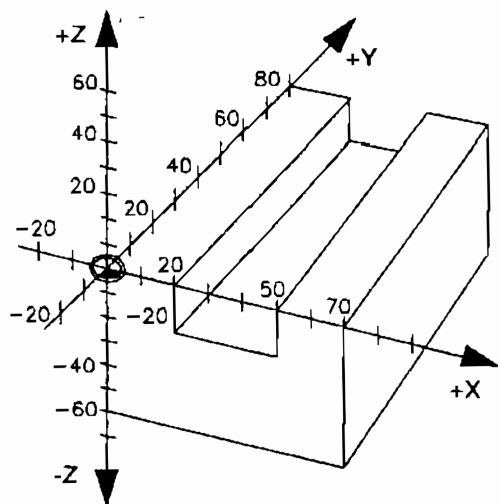
c) Máy phay CNC

Từ cấu tạo của máy CNC đưa tới định nghĩa của hệ tọa độ tương ứng. Do đó nếu trên máy phay CNC trục chính công tác (mang dao) được quy định là trục Z (xem hình 23), thì chiều dương của trục Z sẽ chạy từ chi tiết gia công đi lên tới dụng cụ cắt.



W - điểm zêrô phôi

Hình 22. **Hệ tọa độ phôi**



Hình 23. **Chi tiết phay trong hệ tọa độ Đêcac không gian**

Trục X và trục Y, theo nguyên tắc, nằm song song với mặt phẳng kẹp chi tiết gia công.

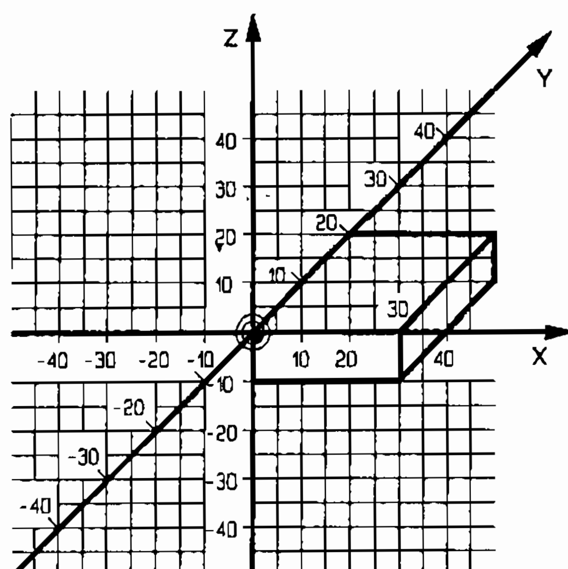
Nếu ta đứng trước máy thì chiều dương của trục X chạy sang phải và của trục Y chạy từ ngoài vào trong.

Điểm 0 của hệ tọa độ phải được ưu tiên đặt ở một cạnh ngoài của chi tiết gia công.

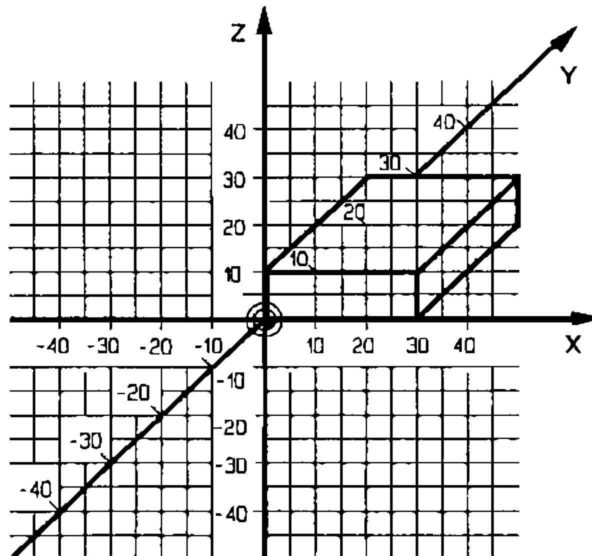
Để dễ dàng cho việc tính toán các điểm cần thiết cho lập trình người ta thường chọn điểm zêrô phôi ở cạnh ngoài của mặt phẳng trên (xem hình 24) cũng như mặt phẳng dưới (xem hình 25).

d) Máy tiện CNC

Trên máy tiện CNC trục chính công tác (trục mang chi tiết) được quy định là trục Z. Điều này có nghĩa là, trục Z trùng với trục quay (xem hình 26 và 27). Chiều dương của trục Z được quy định là chiều dụng cụ cắt chuyển động rời xa chi tiết gia công.

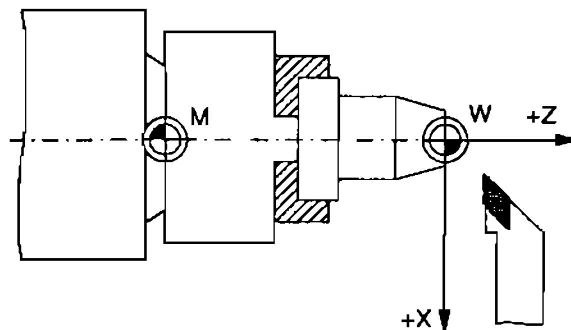


Hình 24. **Điểm zêrô phôi ở cạnh ngoài phía trên bên trái**

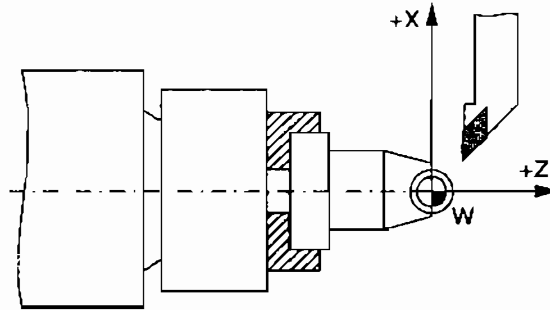


Hình 25. **Điểm zêrô phôi ở cạnh ngoài cạnh dưới bên trái**

Trục X vuông góc với trục Z. Chiều của nó tuy vậy, phụ thuộc vào vị trí của dụng cụ cắt nằm phía trước (xem hình 26) hay sau (xem hình 27) tâm quay.



Hình 26. **Chi tiết tiện trong hệ tọa độ Đêcac với 2 trục. Dụng cụ ở phía trước tâm quay**

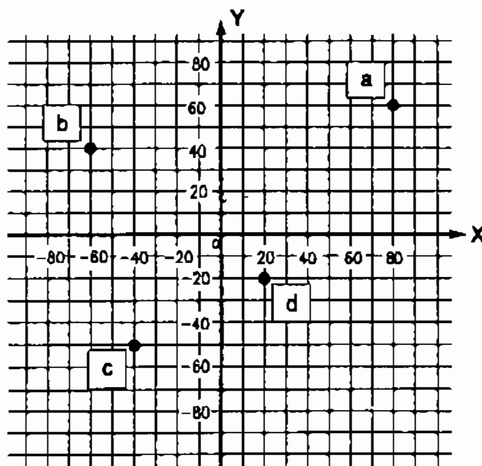


Hình 27. **Chi tiết tiện trong hệ tọa độ Đêcac với 2 trục. Dụng cụ ở phía sau tâm quay**

e) Luyện tập CNC

Hãy làm việc với các hệ tọa độ khác nhau.

Ghi tọa độ của các điểm trên hình 28 vào bảng sau:

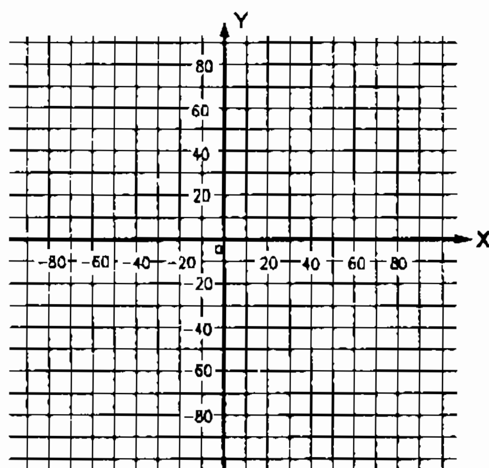


	X	Y
a		
b		
c		
d		

Hình 28

Đánh dấu các điểm sau vào sơ đồ hình 29.

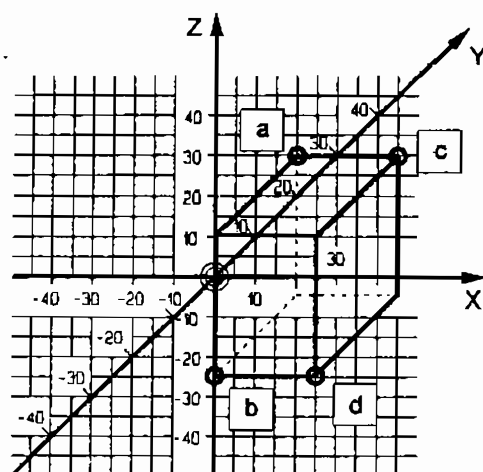
	X	Y
a	10	20
b	-80	-30
c	40	-70
d	-30	50



Hình 29

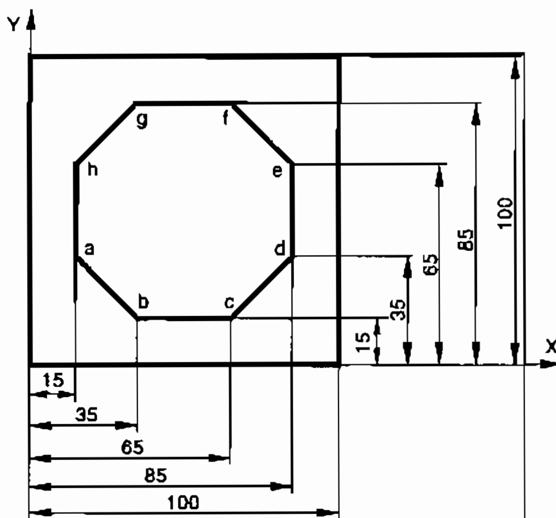
Ghi tọa độ Đêcac của các điểm từ a tới d trên hình 30 vào bảng sau:

	X	Y	Z
a			
b			
c			
d			



Hình 30

Ghi tọa độ Đêcac của các điểm từ a tới h ở hình 31 vào bảng sau:

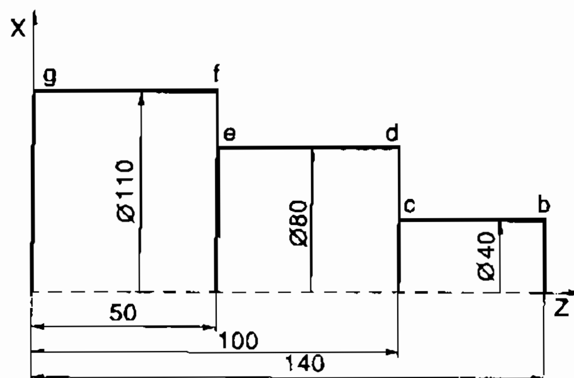


Hình 31

	X	Y
a		
b		
c		
d		
e		
f		
g		
h		

Trong bản vẽ chi tiết khi tiện có cho kích thước đường kính, nên khi lập trình cũng phải nhập kích thước đường kính.

Ghi tọa độ Đêcac của các điểm từ a tới g trên hình 32 vào bảng. Nhập giá trị đường kính tương ứng theo tọa độ X .



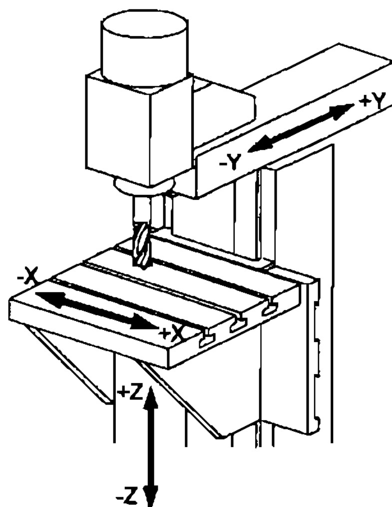
Hình 32

	X	Z
a		
b		
c		
d		
e		
f		
g		

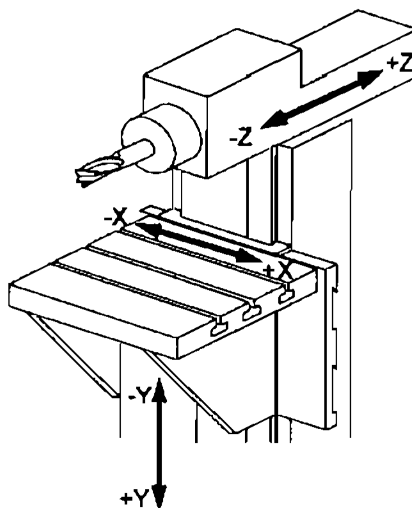
II. Trục bước tiến và trục quay trên máy công cụ CNC

1. Vị trí và ký hiệu của các trục NC

Các máy phay CNC phân biệt với nhau ở cấu tạo: ở cách bố trí các trục chính công tác và vị trí của trục NC (xem hình 33 và 34). Trục Z đồng nhất với trục quay của trục chính công tác. Chiều dương của trục Z cũng được quy định là chiều chạy từ chi tiết tới dụng cụ gia công. Vì trên máy phay CNC sử dụng hệ tọa độ Đêcac không gian, nên hai trục tọa độ còn lại có thể được xác định theo quy tắc bàn tay phải.

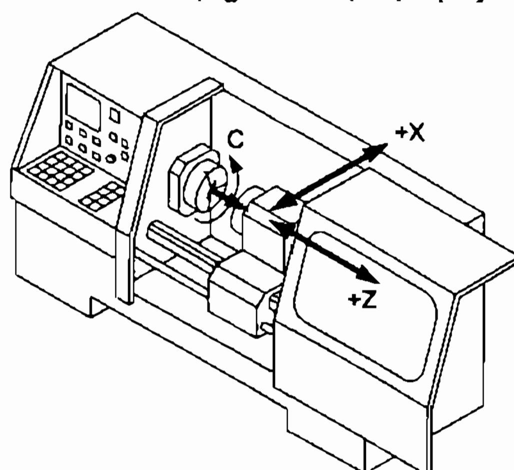


Hình 33. **Các trục trên máy phay đứng**



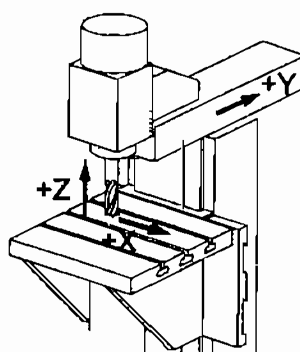
Hình 34. **Các trục trên máy phay ngang**

Trên máy tiện CNC trục Z được định nghĩa là trục chính công tác (xem hình 35). Chiều dương của trục Z cũng được quy định là chiều chạy từ chi tiết tới dụng cụ gia công. Trục X vuông góc với trục Z, chiều dương của nó chạy về phía sau (dụng cụ nằm phía sau tâm quay). Khi trục chính công tác được điều khiển người ta có thể sử dụng thêm một trục quay nữa, đó là trục C.



***Hình 35.* Các trục trên máy tiện**

2. *Chiều chuyển động trên máy công cụ CNC*



***Hình 36.* Chiều chuyển động trên máy phay đứng**

Trong quá trình gia công phải thực hiện các chuyển động tương đối giữa chi tiết và dụng cụ gia công trên các trục được sử dụng. Ký hiệu các trục trên máy công cụ CNC được định trước theo cấu tạo của chúng (xem mục 1. *vị trí và ký hiệu các trục NC*). Nó có liên quan tới chi tiết gia công,

trong khi sử dụng hệ thống Đêcac không gian. Khi xét chuyển động trên máy CNC người ta luôn giả thiết rằng chỉ có dụng cụ là chuyển động, mặc dù đối với máy phay đứng, hình 36, bàn đỡ chi tiết cũng thực hiện chuyển động dọc theo trục X và Z.

Để lập trình mà không phụ thuộc vào máy, cần thực hiện các quy định sau theo nguyên tắc chuyển động tương đối:

- Khi lập trình luôn giả thiết rằng dụng cụ gia công chuyển động.
- Hệ tọa độ luôn lấy chi tiết gia công làm cơ sở.

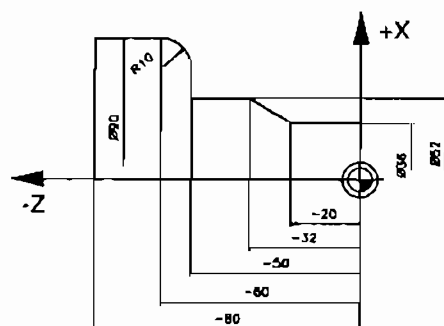
Với sự hỗ trợ của các quy định này hệ tọa độ luôn được sử dụng để xây dựng chương trình NC.

3. Ghi kích thước đúng

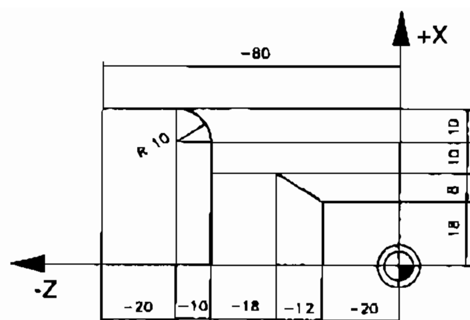
Khi lập trình NC người ta làm việc với 2 dạng ghi kích thước khác nhau: ghi kích thước tuyệt đối và ghi kích thước gia số (kích thước chuỗi).

Khi ghi kích thước tuyệt đối luôn dựa trên cơ sở điểm 0 của chi tiết, điều này có nghĩa là, nó được sử dụng làm kích thước chuẩn (xem hình 37). Ngược lại khi ghi kích thước gia số sử dụng kích thước chuỗi, là kích thước từ điểm đạt được tức thời tới điểm tiếp theo (xem hình 38).

Khi tiện cần lưu ý, ghi kích thước tuyệt đối là giá trị X theo đường kính (hình 37). Khi kích thước gia số là giá trị X theo bán kính (hình 38).



Hình 37. **Ví dụ về ghi kích thước tuyệt đối**



***Hình 38.* Ví dụ về ghi kích thước gia số**

Khi lập trình nên sử dụng cách ghi kích thước tuyệt đối, vì nó có các ưu điểm so với cách ghi kích thước gia số là:

- Dung sai kích thước không cộng tích luỹ.
- Sự thay đổi của từng kích thước không làm ảnh hưởng tới các kích thước khác.
- Một kích thước bị sai không dẫn tới lỗi khác.
- Hệ tọa độ tuyệt đối cho biết hành trình tức thời mà dụng cụ đã dịch chuyển, giúp cho việc theo dõi từng bước của chương trình tốt hơn.

Để xây dựng các bản vẽ thích hợp NC cần tránh các kích thước chuỗi và nên sử dụng giá trị tọa độ từ điểm chuẩn.

Mặc dù vậy không phải lúc nào người ta cũng tránh được việc lập trình với kích thước gia số. Điều này sẽ có lợi, ví dụ như khi gia công những chi tiết có cùng biên dạng như các rãnh đứng cạnh nhau.

4. Mô phỏng CNC

a) Các trục NC điều khiển được trên bộ mô phỏng CNC

Cũng như trên máy công cụ CNC thật, người ta có thể dịch chuyển bằng tay các trục NC trên bộ mô phỏng CNC. Sau đây là mô tả các bước vận hành cần thiết trên bộ mô phỏng CNC.

Khi nhập dữ liệu chỉ ấn các phím đã cho, ví dụ, F5 tương ứng với núm chức năng F5, bảng 3.

Bảng 3. Phay CNC

Số TT	Mô tả	Nhập dữ liệu
1	Gọi phay CNC từ menu chính	F5 phay
2	Chọn thiết lập công nghệ	F3 cho hoạt động
3	Di chuyển trục X, Y hoặc Z và kiểm tra hành trình dịch chuyển +Z, +Y, -X, +X, -Y, -Z; phím 8 ↑, 9 Bild↑, 4 ←, 6 →, 1 Ende, 2 ↓	Trên bàn phím số ấn các phím tương ứng. Các chiều chuyển động có thể: 6 → + X: chiều + X 4 ← - X: chiều - X 9 Bild↑ + Y: chiều + Y 1 Ende - Y: chiều - Y 8 ↑ + Z: chiều + Z 2 ↓ - Z: chiều - Z
	(Hình màn hình)	Quãng đường dịch chuyển có thể được kiểm tra trên tọa độ trục được hiển thị.
4	Thoát khỏi menu thiết lập công nghệ	F8 trở về

Luyện tập: Mỗi học viên thực hiện dịch chuyển các trục NC trên bộ mô phỏng CNC một lần.

Bảng 4. Tiện CNC

Số TT	Mô tả	Nhập dữ liệu
1	Gọi tiện CNC từ menu chính	F1 tiện
2	Chọn thiết lập công nghệ	F3 cho hoạt động
3	Di chuyển trục X, Y hoặc Z và kiểm tra hành trình dịch chuyển:	Trên bàn phím số ấn các phím tương ứng. Các chiều chuyển động có thể: 6 → + Z: chiều + Z 4 ← - Z: chiều - Z 8 ↑ + X: chiều + X 2 ↓ - X: chiều - X
		Quãng đường dịch chuyển có thể được kiểm tra trên tọa độ trục được hiển thị.
4	Thoát khỏi menu thiết lập công nghệ	F8 trở về

Luyện tập: mỗi học viên thực tập dịch chuyển các trục NC trên bộ mô phỏng CNC một lần.

5. Luyện tập ở xưởng:

Trên máy CNC thực có, dịch chuyển các trục NC điều khiển được theo tài liệu hướng dẫn tương ứng.

Luyện tập: mỗi học viên thực tập dịch chuyển các trục NC trên máy CNC một lần.

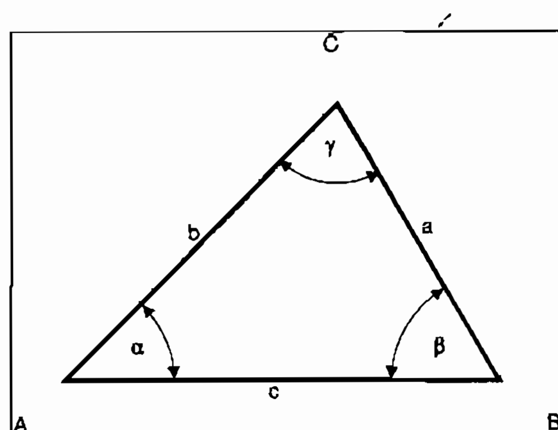
2.2 Tính toán NC

I. Cơ sở tính toán các tọa độ

Khi lập trình CNC phải nhập các điểm tương ứng với biên dạng cần gia công. Phần lớn có thể lấy trực tiếp các điểm này từ bản vẽ, nếu bản vẽ cung cấp đầy đủ các kích thước thích hợp cho chương trình NC. Trong một số trường hợp, tuy nhiên, việc tính toán tọa độ các điểm là cần thiết.

1. Các đại lượng cơ bản của tam giác

Để tính toán các tọa độ còn thiếu, việc sử dụng các mối tương quan trong tam giác là rất có lợi. Có rất nhiều cách mô tả một tam giác. Để mô tả người ta sử dụng các đại lượng cơ bản sau: đỉnh, góc hoặc cạnh (xem hình 39).



Đỉnh A, B và C biểu diễn 3 **đỉnh** của một tam giác.

Góc α, β và γ là các **góc** tương ứng với các đỉnh của tam giác.

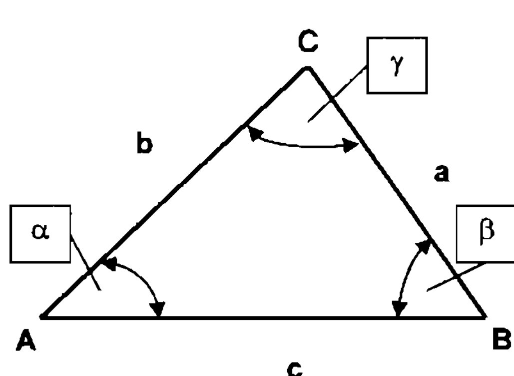
Cạnh a, b và c là các **cạnh** của tam giác đối diện với các đỉnh A, B và C.

***Hình 39.* Đại lượng cơ bản của một tam giác**

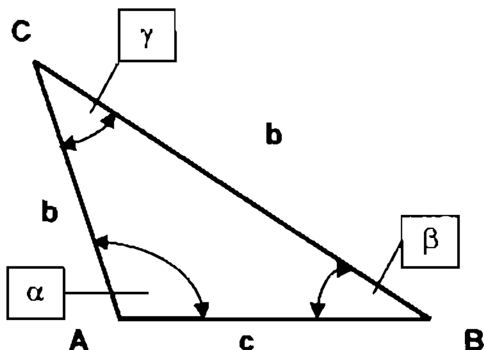
Các đại lượng của một tam giác luôn được biểu diễn ngược chiều kim đồng hồ.

2. *Các góc của tam giác*

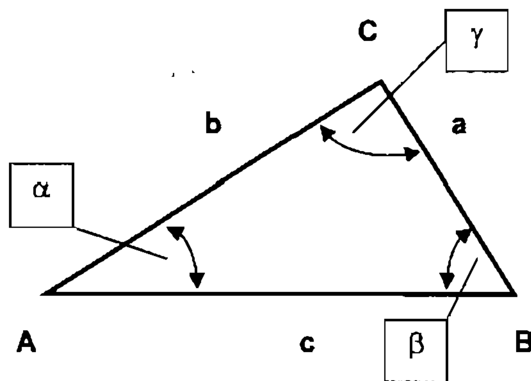
Các góc của tam giác xác định dạng tam giác. Tuỳ theo độ lớn của góc người ta phân biệt các tam giác: nhọn, tù hoặc vuông (xem hình 40 ÷ 42).



Hình 40. **Tam giác nhọn. Tất cả các góc nhỏ hơn 90^0**



Hình 41. **Tam giác tù. Có một góc lớn hơn 90^0**



Hình 42. **Tam giác vuông. Có một góc 90^0**

Quan hệ giữa các góc trong một tam giác: **tổng các góc** α, β và γ luôn luôn bằng **180^0**.

$$\alpha + \beta + \gamma = 180^0$$

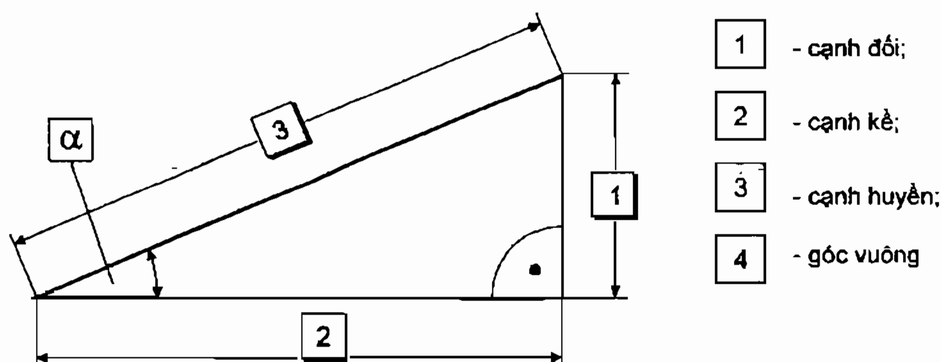
Với công thức này, có thể xác định góc thứ ba nếu biết trước hai góc kia.

3. Tam giác vuông

Tam giác vuông (xem hình 43) có một ý nghĩa đặc biệt trong hình học giải tích, vì các cạnh của nó có mối liên quan toán học với nhau. Trong tam giác vuông các cạnh được ký hiệu đặc biệt.

- Cạnh dài nhất, nằm đối diện với góc vuông được gọi là **cạnh huyền**.
- Hai cạnh tạo nên góc vuông của tam giác được gọi là **cạnh góc vuông**.
- Cạnh nằm đối diện với góc α gọi là **cạnh đối**.
- Cạnh nằm kề với góc α gọi là **cạnh kề**.

Trong tam giác vuông, góc vuông được biểu diễn bằng ¼ vòng tròn và một điểm nằm trong góc (xem hình 43).



Hình 43. **Tam giác vuông**

Tam giác vuông có các tính chất sau:

Trong tam giác vuông, khi biết độ dài hai cạnh có thể sử dụng định lý Pytago để tính toán độ dài của cạnh còn lại (xem hình 44).

Nhà toán học Pytago (Grieche Pythagoras) khoảng 580 ÷ 496 trước công nguyên, đã chứng minh định lý toán học sau:

Định lý Pytago

Tổng bình phương hai cạnh góc vuông bằng bình phương cạnh huyền và được biểu diễn theo phương trình sau:

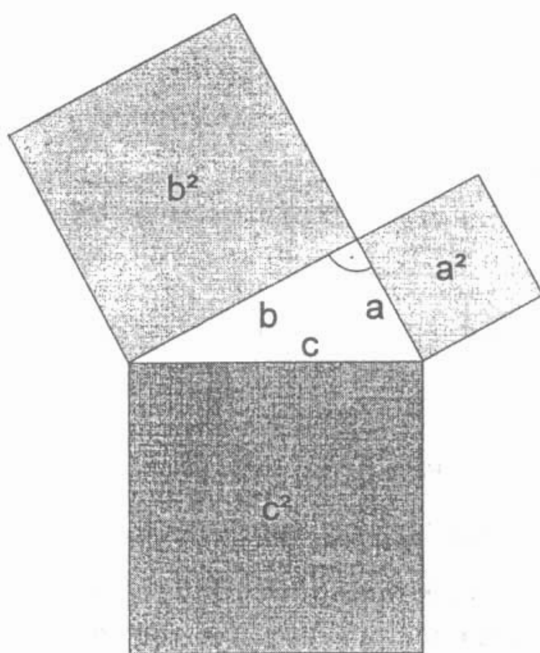
$$a^2 + b^2 = c^2$$

Qua các phép biến đổi tương ứng ta có thể tính được các cạnh của tam giác, theo các công thức sau:

$$a = \sqrt{c^2 - b^2}$$

$$b = \sqrt{c^2 - a^2}$$

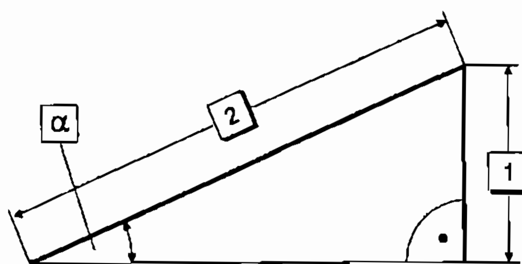
$$c = \sqrt{a^2 + b^2}$$



Hình 44. Định lý Pytago

4. Các hàm số lượng giác

Các hàm số lượng giác mô tả mối quan hệ giữa các góc và các cạnh của một tam giác vuông. Với các hàm số lượng giác người ta có thể tính được độ dài cạnh khi biết một góc và một cạnh. Việc chọn các hàm số lượng giác phù hợp: hàm số sin (xem hình 45), hàm số cos (xem hình 46) hay hàm số tang (xem hình 47) phụ thuộc vào việc cạnh và góc nào được biết trước.

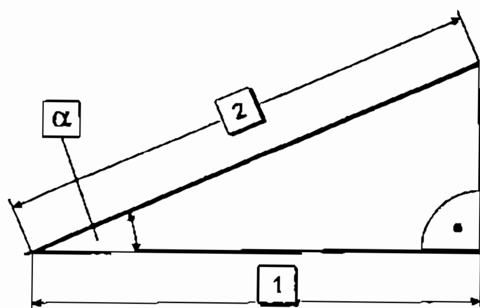


1 - cạnh đối

2 - cạnh huyền

$$\sin\alpha = \frac{\text{cạnh đối}}{\text{cạnh huyền}}$$

Hình 45. **Hàm số sin**

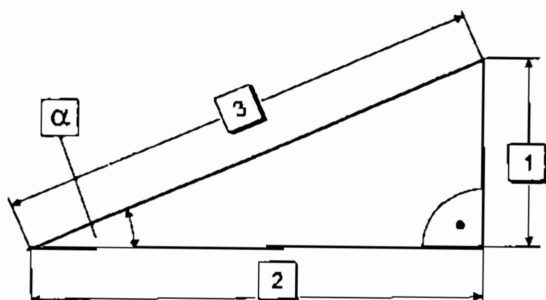


1 - cạnh đối

2 - cạnh kề

$$\cos\alpha = \frac{\text{cạnh kề}}{\text{cạnh huyền}}$$

Hình 46. **Hàm số cos**



1 - cạnh kề

2 - cạnh huyền

$$tg\alpha = \frac{\text{cạnh đối}}{\text{cạnh kề}}$$

Hình 47. **Hàm số tang**

Khi tính cạnh muốn tìm cần biến đổi các phương trình tương ứng như ví dụ dưới đây:

Cho biết góc và độ dài của cạnh kề.

Tìm độ dài của cạnh đối.

Áp dụng công thức:

$$\text{tang}\alpha = \frac{\text{cạnh đối}}{\text{cạnh kề}}$$ (xem hình 47), biến đổi ta được:

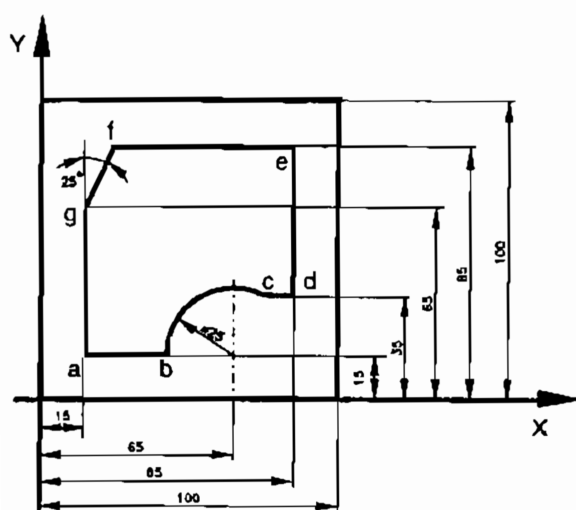
$$\boxed{\text{cạnh đối} = \text{cạnh kề} \cdot \text{tang}\alpha}$$

II. Tính toán tọa độ NC

Nhiều bản vẽ chi tiết gia công ghi kích thước không phù hợp cho điều khiển số. Bên cạnh việc sử dụng các kích thước gia số, trong bản vẽ còn cho các kích thước về góc.

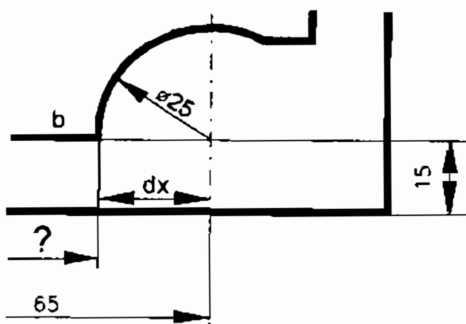
Người lập trình, vì vậy, khi lập trình bằng tay phải tính tọa độ Đêcac còn thiếu của các điểm cần lập trình.

Trong hình 48 phải tính tọa độ của các điểm b, c và f. Các điểm khác đã được ghi kích thước trực tiếp (hình 48, 49, 50 và 51).



Điểm	X	Y
a	15	15
b	?	15
c	?	35
d	85	35
e	85	85
f	?	85
g	15	65

Hình 48. **Các điểm chưa biết kích thước: b, c và f**



Cho: tọa độ x của tâm điểm là 65mm

Tìm: tọa độ x của điểm b = ?

Giải: x = 65mm – dx

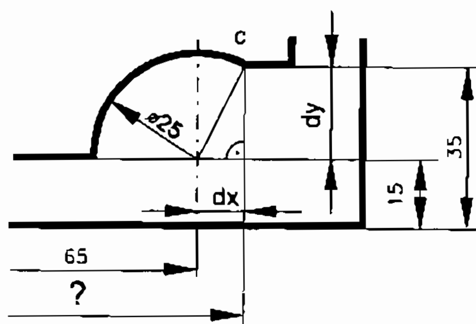
(dx - bán kính của cung tròn)

dx = 25mm

x = 65mm – 25mm

x = 40mm

Hình 49. **Tính tọa độ điểm b**



Cho: tọa độ x của tâm điểm là 65mm .

Bán kính của cung tròn r = 25mm.

dy = 35mm – 15mm = 20mm

Tìm: tọa độ x của điểm c = ?

Giải: x = 65mm +dx

Ta có:

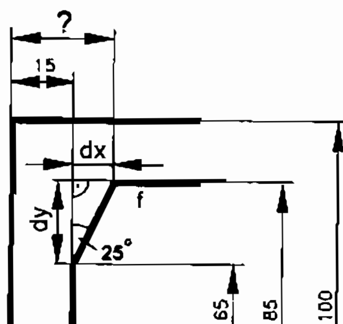
dx = $\sqrt{r^2 - dy^2} = \sqrt{25^2 - 20^2}$

dx = 15mm

x = 65mm + 15mm

x = 80mm

Hình 50. **Tính tọa độ điểm c**



Cho: tọa độ x của điểm bắt đầu nghiêng là 15mm.

Góc nghiêng α = 25^0

dy = 85mm - 65mm = 20mm

Tìm: tọa độ x của điểm f = ?

Giải: x = 15mm + dx

Ta có: cạnh đối = cạnh kề.tangα

dx = 20mm x tang25^0

dx = 20mm x 0,4663

dx = 9,326mm

x = 15mm + 9,326mm

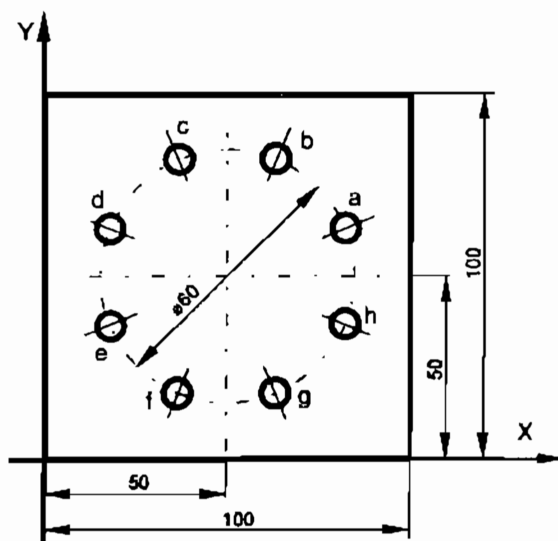
x = 24,326mm

Hình 51. **Tính tọa độ điểm f**

Luyện tập CNC

Điền tọa độ Đêcac của tâm lỗ khoan từ a tới h, hình 52, vào bảng sau:

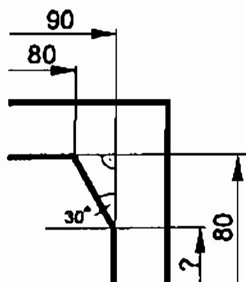
Hãy cho tất cả các giá trị và làm tròn tới ba chữ số thập phân.



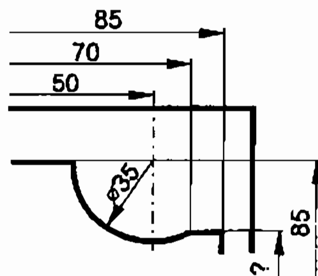
Điểm	X	Y
a		
b		
c		
d		
e		
f		
g		
h		

Hình 52

Tính các tọa độ còn thiếu trong các ví dụ trên hình 53.



Tìm tọa độ Y



Tìm tọa độ Y

Hình 53

2.3. Điểm 0 (zêrô)và điểm chuẩn trên máy công cụ CNC

I. Các dạng điểm zêrô và điểm chuẩn, hình 54

M - điểm zêrô máy

W - điểm zêrô phôi

R - điểm tham chiếu

E - điểm zêrô dụng cụ

B - điểm điều chỉnh dụng cụ

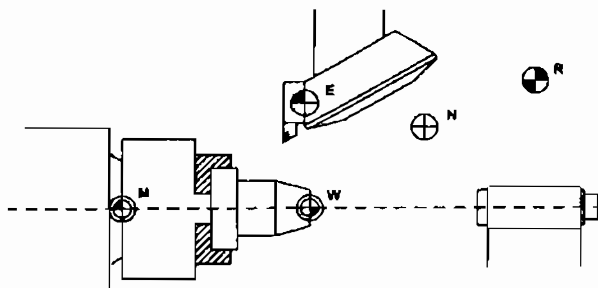
A - điểm zêrô lỗ gá dụng cụ

N - điểm thay dụng cụ

Hình 54. **Ký hiệu quy ước điểm zêrô và điểm chuẩn**

1. Điểm zêrô máy M

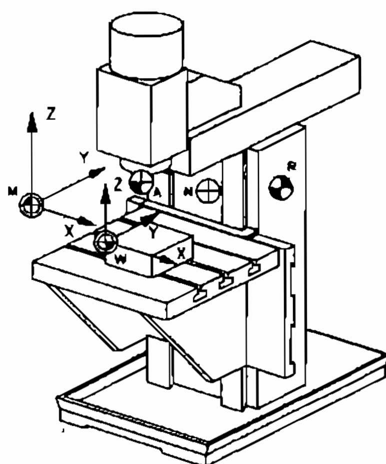
Mỗi máy công cụ được điều khiển số làm việc với một hệ tọa độ máy. Điểm zêrô máy là điểm gốc của hệ tọa độ liên quan tới máy. Vị trí của nó không thay đổi và do nhà sản xuất quy định. Về nguyên tắc, điểm zêrô máy M trên máy tiện CNC nằm trên tâm của mặt bích đầu trục chính (hình 55). Điểm zêrô máy M trên máy phay đứng CNC nằm trên cạnh góc trái của bán máy mang chi tiết gia công (hình 56).



Hình 55. **Vị trí điểm zêrô và điểm tham chiếu trên máy tiện**

2. Điểm tham chiếu R, hình 55 và 56

Mỗi máy công cụ CNC với hệ thống đo hành trình tương đối cần có một điểm kiểm định, nó phục vụ cho việc kiểm soát đồng thời các chuyển động của chi tiết và dụng cụ gia công. Điểm kiểm định này được gọi là điểm tham chiếu R. Vị trí của nó được đặt chính xác trên mỗi trục chuyển động nhờ công tắc cuối. Các tọa độ của điểm tham chiếu so với điểm zêrô máy luôn có cùng giá trị số. Giá trị này được điều chỉnh cố định trong bộ điều khiển CNC. Sau khi bật máy, trước tiên, phải chạy tất cả các trục về điểm tham chiếu, để kiểm định hệ thống đo hành trình tương đối.

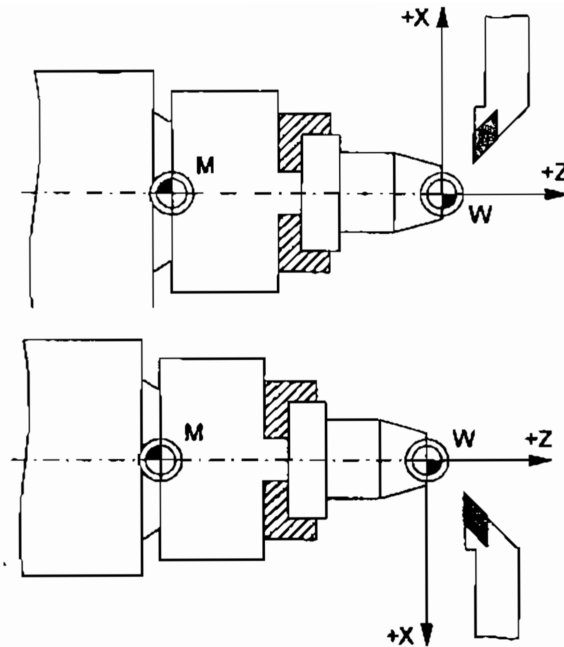


***Hình 56*. Vị trí của điểm zêrô và điểm tham chiếu trên máy phay**

3. Điểm zêrô phôi W

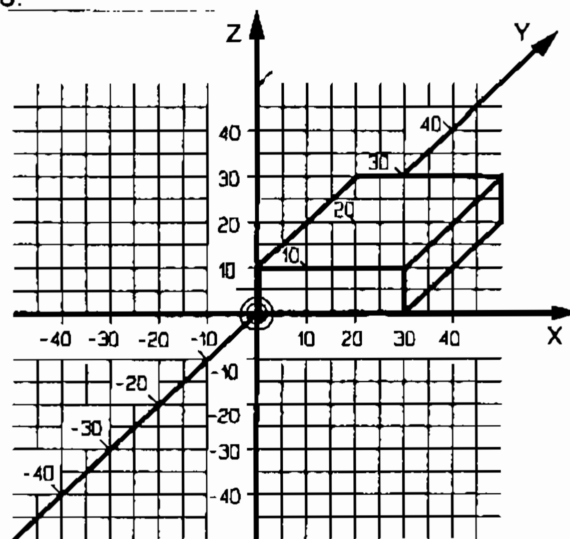
Điểm zêrô phôi W là điểm gốc của hệ tọa độ liên quan tới chi tiết gia công. Vị trí của nó do người lập trình quy định theo đặc điểm của quá trình gia công thực tế. Thuận lợi nhất là làm sao để các kích thước cho trên bản vẽ có thể được sử dụng trực tiếp cho lập trình. Đối với chi tiết tiện, điểm zêrô phôi, về nguyên tắc được nằm ở điểm bên trái hoặc bên phải của chi tiết gia công tuỳ theo bên nào được ghi kích thước (xem hình 57).

Điểm 0 của chi tiết cũng có thể dịch chuyển trong chương trình NC, ví dụ: khi chi tiết tiện cần được gia công từ hai phía trên các mũi chống tâm. Trong trường hợp này, điểm 0 của chi tiết nên dịch chuyển luân phiên giữa bên phải và bên trái của chi tiết gia công.



Hình 57. **Điểm zêrô phôi trong tiện**

Đối với chi tiết phay, chủ yếu đỉnh ngoài được chọn làm điểm zêrô phôi, tuỳ theo đỉnh nào khi ghi kích thước của chi tiết được chọn làm điểm chuẩn, hình 58.



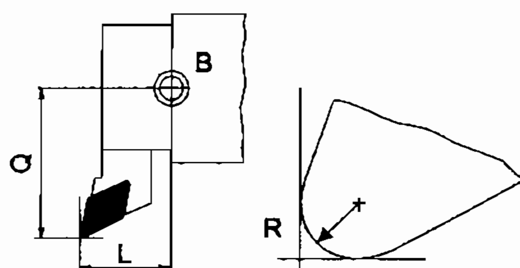
Hình 58. **Điểm zêrô phôi trong phay**

4. Điểm zêrô dụng cụ E

Một điểm quan trọng tiếp theo trong không gian làm việc của máy là điểm zêrô dụng cụ E (hình 55). Điểm zêrô dụng cụ gia công trên máy tiện CNC là một điểm cố định trên bàn đỡ dụng cụ - revolve, hình 59. Trên máy phay CNC điểm zêrô dụng cụ E nằm trên trục của dụng cụ (hình 60).

Trước tiên, hệ điều khiển CNC xếp tất cả tọa độ của điểm đích vào điểm zêrô dụng cụ gia công. Tuy vậy, khi lập trình tọa độ điểm đích, người ta dựa vào mũi của dao tiện hoặc tâm của dao phay. Để điều khiển chính xác mũi của dao tiện cũng như tâm dao phay dọc theo hành trình gia công mong muốn dụng cụ gia công phải được đo hết sức chính xác. Dụng cụ gia công có thể được đo ngoài máy bằng các thiết bị điều chỉnh trước, hoặc trực tiếp trên máy CNC bằng dụng cụ quang học đặc biệt. Các giá trị đã xác định nhờ dụng cụ quang học được nhập trực tiếp vào bộ nhớ của máy. Ngược lại nếu sử dụng máy điều chỉnh trước, các giá trị này phải được nhập bằng tay vào bộ lưu trữ giá trị hiệu chỉnh của hệ điều khiển cho từng loại dụng cụ.

Để việc điều chỉnh trước dụng cụ gia công ngoài máy CNC có thể thực hiện được, người ta cần thêm hai điểm. Đó là điểm điều chỉnh dụng cụ B cũng như điểm gá dụng cụ A.



Vị trí điểm điều chỉnh dụng cụ B đối với dụng cụ tiện:

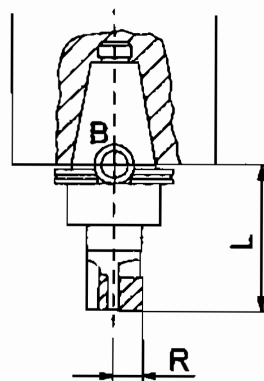
B - điểm điều chỉnh dụng cụ (cũng là điểm zêrô dụng cụ E) (hình 59).

L - chiều dài = khoảng cách từ mũi cắt tới điểm điều chỉnh dụng cụ trên trục X.

Q - độ vươn ngang = khoảng cách từ mũi cắt tới điểm điều chỉnh dụng cụ trên trục Z.

R - bán kính mũi cắt.

Hình 59. **Điểm điều chỉnh dụng cụ của dao tiện**



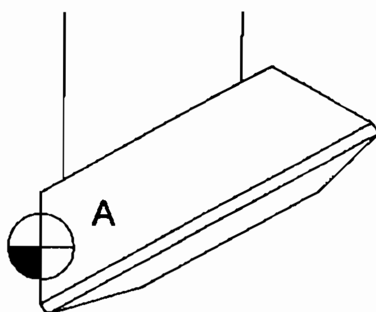
Vị trí điểm điều chỉnh dụng cụ B đối với dụng cụ phay:

B - điểm điều chỉnh dụng cụ (cũng là điểm zêrô dụng cụ E) (hình 60).

L - chiều dài = khoảng cách từ mũi cắt tới điểm chỉnh dụng cụ trên trục Z.

R - bán kính dao phay.

***Hình 60*. Điểm điều chỉnh dụng cụ của dao phay**



Vị trí điểm gá dụng cụ A trên đầu revolve:

A - điểm gá dụng cụ ≡ điểm zêrô lỗ gá dụng cụ.

***Hình 61*. Điểm gá dụng cụ trên đầu revolve**

Khi hệ thống dụng cụ (cán dao và ổ dao) được đặt vào cơ cấu mang dao (ví dụ, đầu revolve), thì điểm điều chỉnh dụng cụ B và điểm gá dụng cụ A trùng với nhau và tạo thành điểm chuẩn của dụng cụ E.

5. Điểm thay dụng cụ N

Điểm thay dụng cụ N là điểm thuộc không gian làm việc của máy CNC, tại đó dao có thể được thay mà không bị va chạm. Trong phần lớn các hệ điều khiển CNC vị trí của điểm thay dao có thể đặt cấu hình được.

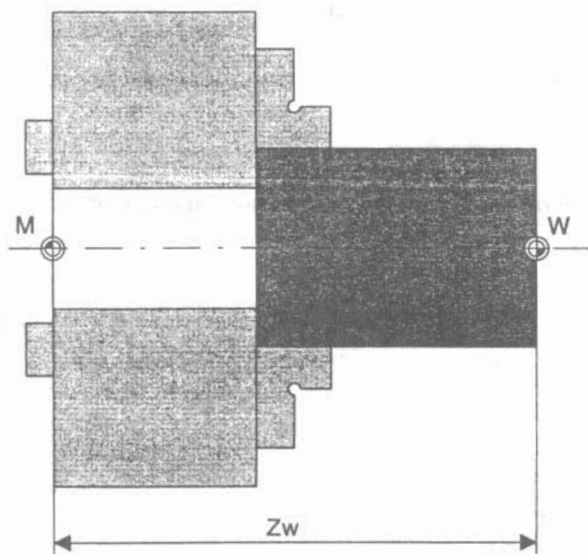
II. Đặt điểm zêrô phôi W trên máy tiện CNC

Cài đặt điểm zêrô phôi W sao cho phù hợp với điểm 0 của bản vẽ. Như vậy, kích thước của bản vẽ có thể sử dụng trực tiếp để lập trình.

Việc xác định vị trí điểm zêrô phôi W dựa trên cơ sở điểm M - điểm zêrô máy CNC.

Điểm zêrô máy tiện, nói chung, được đặt trên tâm quay của mặt bích trục chính, tại đó mặt bích của mâm cặp được áp sát (xem hình 62).

Khoảng cách giữa điểm zêrô máy M và điểm zêrô phôi W được ký hiệu là z_W, giá trị này còn được gọi là độ dịch chuyển điểm 0 và được nhập vào hệ điều khiển CNC.



Hình 62. **Đặt điểm zêrô phôi trên máy tiện**

Các bước thực hiện đặt điểm như sau:

Điều kiện:

Tất cả các dụng cụ gia công được đo và lắp trên đầu revolve. Thiết bị kẹp được chuẩn bị và chi tiết gia công được kẹp vào chuẩn xác.

1. Bật công tắc cho trục chính (quay trái chiều).
2. Đổi dụng cụ để xác định điểm zêrô phôi, có nghĩa là quay đầu revolve tới vị trí phù hợp, ví dụ, T02.

   Chú ý: phạm vi không gian quay của đầu revolve phải được kiểm tra trước để tránh va chạm khi quay.

3. Rà dụng cụ cắt chạm vào mặt đầu phía trước của chi tiết gia công.

Di chuyển dụng cụ cắt cẩn thận bằng tay quay hoặc các phím có mũi

tên chỉ hướng tương ứng của hệ điều khiển CNC cho tới khi mũi dao vạch một dấu trên chi tiết.

4. Nhập kích thước đo mặt đầu mong muốn (ví dụ, 0,5mm) vào hệ điều khiển CNC.

   Kết thúc chương trình bằng ấm phím 0 để xác nhận.

   (Kích thước đo được sử dụng để tiện mặt trước tại z = 0).

5. Hệ điều khiển CNC lưu trữ giá trị dịch chuyển điểm 0(z_W).

   Điểm zêrô phôi W nhờ đó được định nghĩa rõ ràng, vì tọa độ X = 0 nằm trên trục quay.

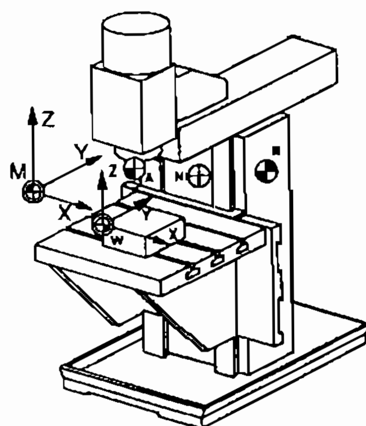
6. Mặt trước được tiện theo kích thước đo đã ước định. Điều này cần được lưu ý khi lập trình NC.

III. Đặt điểm zêrô phôi W trên máy phay CNC

Cũng như đối với máy tiện CNC, trên máy phay CNC cài đặt điểm zêrô phôi W cũng phải phù hợp với điểm 0 của bản vẽ. Như vậy, kích thước của bản vẽ có thể sử dụng trực tiếp để lập trình.

Việc xác định vị trí điểm zêrô phôi dựa trên cơ sở điểm M - điểm zêrô máy.

Điểm zêrô máy phay đứng CNC, chủ yếu, nằm trên góc trái của bàn máy (xem hình 63).



Hình 63. **Đặt điểm zêrô phôi trên máy phay CNC**

Theo hướng dẫn sử dụng được mô tả dưới đây, có thể xác định khoảng cách giữa điểm zêrô máy M và điểm zêrô phôi W trên ba tọa độ X, Y và Z. Các giá trị này được thông báo cho hệ điều khiển CNC.

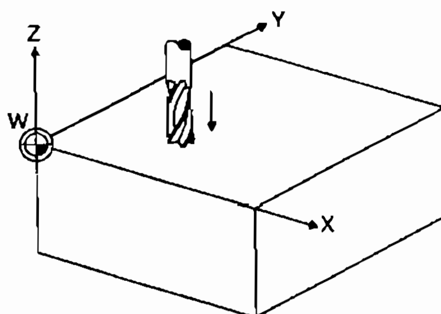
Các bước thực hiện như sau:

Điều kiện: chi tiết được định vị và kẹp chặt trên bàn máy. Tất cả các dụng cụ được đo chính xác đối với nhau. Các giá trị hiệu chỉnh tương ứng được nhập vào hệ điều chỉnh CNC. Kẹp dụng cụ rà (dụng cụ đặt điểm 0) và cho chạy trục chính.

1. Tiến hành đặt điểm 0 theo Z, hình 64

Bàn máy với chi tiết đã được kẹp di chuyển trong mặt phẳng X/Y phía dưới trục công tác có dụng cụ rà. Để trục chuyển động, cho dụng cụ rà hạ theo hướng Z xuống bề mặt của chi tiết gia công (trên mặt phẳng X/Y), (xem hình 64), cho tới khi xuất hiện một vạch nhỏ trên chi tiết (khía dấu).

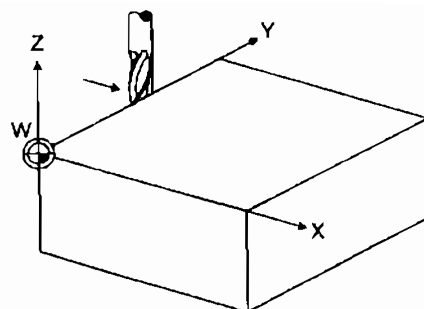
Tại vị trí này, đặt điểm 0 trên trục Z và giá trị z của điểm 0 của chi tiết W được chuyển về lưu trữ trên hệ điều khiển CNC bằng cách sử dụng phím "IST" - thu nhận giá trị thực.



***Hình 64.* Đặt 0 theo Z**

2. Tiến hành đặt điểm 0 theo X, hình 65

Dụng cụ rà được nhấc lên và dịch chuyển về phía vị trí rà mới theo trục X. Trục chính vẫn quay, dụng cụ rà dịch chuyển theo phương X tới mặt bên của chi tiết (mặt phẳng Y/Z) (xem hình 65), cho tới khi tạo thành một dấu nhỏ trên chi tiết gia công (khía dấu).



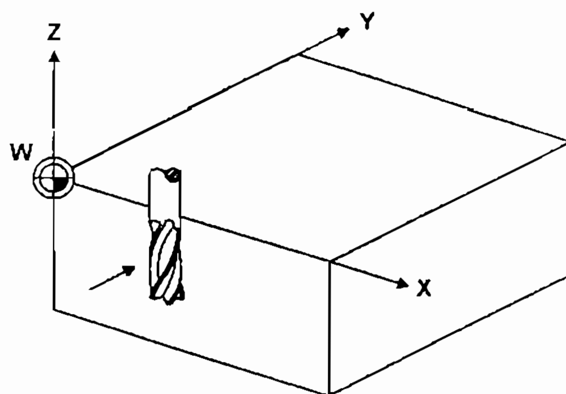
Hình 65. **Đặt 0 theo X**

Lúc khía dấu trên trục X phải chú ý tới bán kính của dụng cụ phay được sử dụng khi nhập giá trị trên phím IST, vì khi lập trình NC luôn sử dụng tọa độ tâm của dụng cụ.

Nếu dụng cụ phay - hình 65, có bán kính là 15mm, thì phải nhập X = -15 vào hệ điều khiển CNC, sau đó xác nhận lại bằng phím IST - thu nhận giá trị thực.

3. Tiến hành đặt điểm 0 theo Y, hình 66

Dụng cụ rà dịch chuyển về vị trí rà theo trục Y. Trục chính vẫn quay, dụng cụ rà dịch chuyển theo phương Y tới mặt bên của chi tiết (mặt phẳng X/Z) (xem hình 66), cho tới khi tạo thành một dấu nhỏ trên chi tiết gia công (khía dấu).



Hình 66. **Đặt 0 theo Y**

Lúc khía dấu trên trục Y phải chú ý tới bán kính của dụng cụ phay được sử dụng khi nhập giá trị trên phím, IST vì lập trình NC luôn sử dụng tọa độ tâm của dụng cụ.

Nếu dụng cụ phay - hình 66, có bán kình là 15mm, thì phải nhập Y = -15 vào hệ điều khiển CNC, sau đó xác nhận lại bằng phím IST - thu nhận giá trị thực.

IV. Luyện tập CNC

1. Thiết lập không gian làm việc cho máy tiện CNC, bảng 5

Bảng 5

Số TT	Mô tả	Nhập dữ liệu
1	Gọi cấu hình trong menu chính	F5 cấu hình
2	Chọn máy tiện	F1 hoặc chọn F2
3	Gọi quản trị cấu hình	F5 quản trị cấu hình
4	Thiết lập một cấu hình mới	F1 thiết lập
5	Nhập tên mới, ví dụ, DS2	dùng phím viết tên "DS2" F8 thiết lập
6	Chọn các dữ liệu cho trước, ví dụ, Okuma LB-IIC	↑ hoặc chọn ↓ F8 cho trước

Bảng 5 (tiếp theo)

Số TT	Mô tả	Nhập dữ liệu
7	Chọn điểm cấu hình "Không gian máy"	F1 hoặc chọn F2
8	Thay đổi các dữ liệu không gian máy	F4 thay đổi điểm
9	Viết dữ liệu không gian máy	F1 hoặc F2 chọn các điểm riêng lẻ, dùng phím viết các giá trị F8 thu nhận và trở về
10	Thoát khỏi menu cấu hình máy tiện	F8 thu nhận và trở về
11	Thoát khỏi menu chính	F8 thu nhận và trở về

2. Thiết lập không gian cho một máy phay CNC, bảng 6

Bảng 6

Số TT	Mô tả	Nhập dữ liệu
1	Gọi cấu hình trong menu chính	F5 cấu hình

Bảng 6 (tiếp theo)

Số TT	Mô tả	Nhập dữ liệu
2	Chọn máy phay MTS	F1 hoặc F2 chọn
3	Gọi quản trị cấu hình	F5 quản trị cấu hình
4	Thiết lập một cấu hình mới	F1 thiết lập
5	Nhập tên mới, ví dụ, FS2	dùng phím viết tên "FS2" F8 thiết lập
6	Chọn các dữ liệu cho trước Ví dụ: MAKINO FX 650	↑ hoặc ↓ F8 cho trước
	Konfigurations-Punkte: Maschinenraum Werkzeugwechsel Antrieb/Geschwindigkeit Maschinentisch Maschinenraum	
7	Chọn điểm cấu hình "Không gian máy"	F1 hoặc F2 chọn
8	Thay đổi các dữ liệu không gian máy	F4 thay đổi điểm

Bảng 6 (tiếp theo)

Số TT	Mô tả	Nhập dữ liệu
9	Viết dữ liệu không gian máy	F1 hoặc F2 chọn các điểm riêng lẻ, dùng phím viết các giá trị F8 thu nhận và trở về

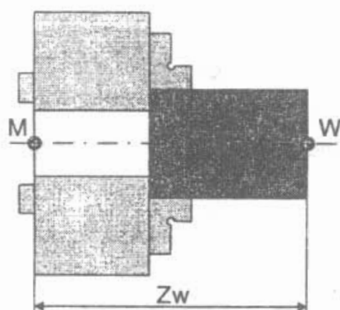
Bảng 6 (tiếp theo)

Số TT	Mô tả	Nhập dữ liệu
10	Viết dữ liệu cho điểm chuẩn	F1 hoặc F2 chọn các điểm riêng lẻ, dùng phím viết các giá trị F8 thu nhận và trở về
11	Thoát khỏi menu cấu hình máy phay	F8 thu nhận và trở về
12	Thoát khỏi menu chính cấu hình	F8 thu nhận và trở về

3. Đặt điểm zêrô phôi W trên bộ mô phỏng máy tiện CNC, bảng 7

Qua việc đặt điểm zêrô phôi W mối liên quan giữa hệ tọa độ máy và hệ tọa độ phôi được thiết lập. Điểm zêrô phôi tương ứng với điểm 0 của bản vẽ. Nhờ đó, khi lập trình có thể sử dụng số đo của bản vẽ, hình 67.

Với các bước thao tác được mô tả ở bảng 7 có thể xác định được khoảng cách điểm zêrô máy M và điểm zêrô phôi W. Giá trị Z này còn được gọi là độ dịch chuyển điểm zêrô z_W.



Hình 67

Điều kiện:

- Tất cả các dụng cụ gia công đã được đo và nằm trong đầu revolve.
- Chi tiết gia công được kẹp ngay ngắn trong mâm cặp.
- Điểm zêrô phôi cần nằm cạnh mặt đầu phía trước với lượng dư 1mm.

Bảng 7

Số TT	Mô tả	Nhập dữ liệu
1	Gọi Tiện CNC trong menu chính	[F1] tiện
2	Chọn thiết lập công nghệ	[F3] vận hành
3	Bật trục chính quay theo trái	[↵] dùng phím viết "M04" và với xác nhận
4	Thay dụng cụ để xác định điểm 0 của chi tiết	[↵] dùng phím viết "T0404" và với xác nhận
5	Chạy nhanh dao tiện tới cách mặt phẳng đầu khoảng 5 mm	*Trên phím số* ấn các phím mũi tên lên xuống, cùng với phím Shift: [⇑] + [4 ←] để chạy nhanh theo hướng - Z [⇑] + [2 ↓] để chạy nhanh theo hướng - X

Bảng 7 (tiếp theo)

Số TT	Mô tả	Nhập dữ liệu
		Các chiều có thể chuyển động: 6 → : chiều + Z 4 ← : chiều - Z 8 ↑ : chiều + X 2 ↓ : chiều - X
6	Tiếp theo, chuyển du xích từ 1 mm xuống 0,1 mm hoặc 0,01 mm	F3 công ghệ F5 gia số F2 gia số 0,1
7	Dịch dao tiện theo hướng - Z, tới khi nó tiếp xúc với mặt phẳng của chi tiết (cào nhẹ)	*Trên phím số* ấn phím mũi tên 4 ← sau đó ESC và F8 ấn trở về
8	Đặt điểm 0 của chi tiết theo Z	F4 điểm zêrô phôi F4 đặt điểm zêrô F1 đặt tọa độ Z dùng phím viết "z + 1" và với F8 xác nhận (lượng dư là 1mm)

Bảng 7 (tiếp theo)

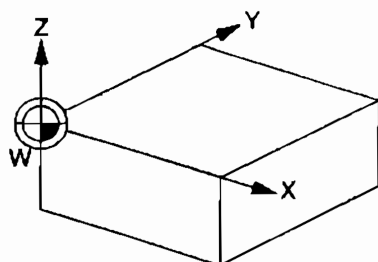
Số TT	Mô tả	Nhập dữ liệu
		Có thể kiểm soát giá trị Z bằng tọa độ hiển thị cho đểm 0 tức thời
9	Dụng cụ dịch chuyển tự do theo chiều + Z và chiều + X	*Trên phím số* ấn các phím mũi tên cùng với phím Shift: ⇑ + 6 → để chạy nhanh theo hướng + Z ⇑ + 8 ↑ để chạy nhanh theo hướng + X
10	Thoát khỏi menu thiết lập công nghệ	F8 trở về F8 trở về F8 trở về

4. Đặt điểm zêrô phôi W trong mô phỏng phay CNC, hình 68

Cũng như tiện, trong phay qua việc đặt điểm zêrô phôi (W) ta có điểm zêrô phôi tương ứng với điểm 0 trong bản vẽ.

Cần lưu ý rằng trong mô phỏng chỉ có dụng cụ chuyển động.

Với trợ giúp của các bước thao tác được mô tả trong bảng 8 có thể xác định được khoảng cách giữa điểm zêrô máy M và điểm zêrô phôi W theo tọa độ X, Y và Z.



Hình 68. Điểm zêrô phôi W

Điều kiện:

- Tất cả các dụng cụ gia công đã được đo và nằm trong ổ chứa dao.
- Chi tiết được định vị và kẹp chặt trên bàn máy trong mô phỏng.
- Vị trí điểm zêrô phôi W cần nằm ở góc trên bên trái của chi tiết.

Bảng 8. Đặt zêrô phôi theo X, Y, Z

Số TT	Mô tả	Nhập dữ liệu
1	Gọi phay CNC trong menu chính	F1 phay
2	Chọn thiết lập công nghệ	F3 vận hành
3	Bật trục chính quay phải	↵ dùng phím viết "M03" và với xác nhận
4	Đổi dụng cụ cắt để xác định điểm zêrô phôi	↵ dùng phím viết "T0202" và với xác nhận
5	Chạy nhanh dụng cụ tới cách bề mặt chi tiết khoảng 5 mm	Đặt điểm 0 theo hướng Z. *Trên phím số* ấn phím mũi tên tương ứng cùng với phím Shift: Ví dụ: ⇧ + 2↓ để chạy nhanh theo hướng - X

Bảng 8 (tiếp theo)

Số TT	Mô tả	Nhập dữ liệu
		Các chiều dịch chuyển có thể: 6 → : chiều + X 4 ← : chiều - X 9 Bild↑ : chiều + Y 1 Ende : chiều - Y 8 ↑ : chiều + Z 2 ↓ : chiều - Z
6	Để chạy tiếp chuyển du xích từ 1 mm xuống 0,1 mm hoặc 0,01 mm	F3 công ghệ F5 gia số F2 gia số 0.1
7	Đưa dụng cụ theo chiều --Z cho tới khi chạm vào bề mặt của chi tiết (cào nhẹ)	*Trên phím số* ấn phím mũi tên 2 ↓ sau đó ESC và F8 ấn trở về
8	Đặt điểm 0 của chi tiết theo Z	F4 dụng cụ, điểm zêrô phôi F4 đặt điểm zêrô F3 đặt tọa độ Z F8 Dùng phím viết "0" và với xác nhận

Bảng 8 (tiếp theo)

Số TT	Mô tả	Nhập dữ liệu
		Có thể kiểm soát giá trị Z bằng tọa độ hiển thị cho điểm 0 tức thời
9	Tiến hành đặt điểm 0 theo hướng X Dụng cụ chạy tự do theo chiều + Z	*Trên phím số* ấn phím mũi tên tương ứng cùng với phím Shift: ⇑ + 8 ↑ để chạy nhanh theo + Z
10	Đưa dụng cụ chạy nhanh về phía điểm 0 mới cách mặt phẳng bên khoảng 5 mm	*Trên phím số* ấn phím mũi tên tương ứng cùng với phím Shift: 1) Theo chiều - X ⇑ + 4 ← để chạy nhanh theo - X 2) Theo chiều - Z ⇑ + 2 ↓ để chạy nhanh theo - Z
11	Đưa dụng cụ chạy theo chiều + X cho tới khi chạm vào mặt trái của chi tiết (cào nhẹ)	*Trên phím số* ấn phím mũi tên 6 → sau đó ESC và F8 ấn trở về

Bảng 8 (tiếp theo)

Số TT	Mô tả	Nhập dữ liệu
12	Đặt điểm 0 của chi tiết theo X Cần lưu ý tới bán kính của dụng cụ Nhập cả giá trị âm, ví dụ, -5 của bán kính dụng cụ được sử dụng theo trục X	F4 dụng cụ, điểm zêrô phôi F4 đặt điểm zêrô F1 đặt tọa độ X Dùng phím viết "-5" và với F8 xác nhận
		Giá trị X có thể được kiểm soát bằng tọa độ hiển thị cho điểm 0 tức thời
13	Tiến hành đặt điểm 0 theo chiều Y Dụng cụ chạy tự do theo chiều - X và sau đó theo chiều + Z	*Trên phím số* ấn các phím mũi tên cùng với phím Shift: ⇑ + 4 ← để chạy nhanh theo - X ⇑ + 8 ↑ để chạy nhanh theo + Z
14	Đưa dụng cụ chạy nhanh về phía điểm 0 mới cách mặt trước khoảng 5 mm	*Trên phím số* ấn phím mũi tên tương ứng với phím Shift: 1) Theo chiều - X ⇑ + 6 → để chạy nhanh theo - X 2) Theo chiều - Y ⇑ + 1 Ende để chạy nhanh theo - Y 3) Theo chiều - Z ⇑ + 2 ↓ để chạy nhanh theo - Z

Bảng 8 (tiếp theo)

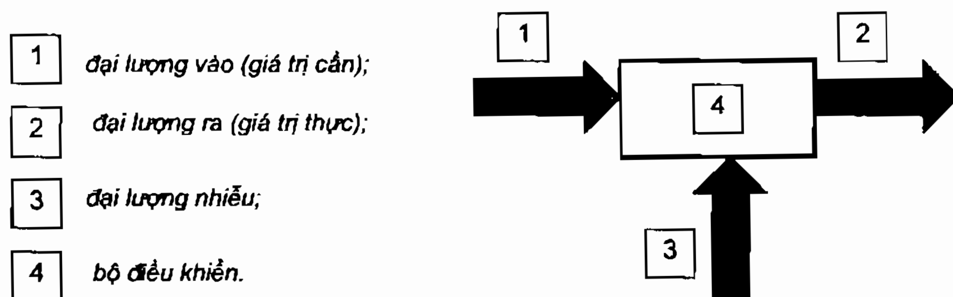
Số TT	Mô tả	Nhập dữ liệu
15	Dụng cụ chạy theo chiều + Y tới khi tiếp xúc mặt phẳng bên phía trước của chi tiết (cào nhẹ)	*Trên phím số* ấn phím mũi tên [9 Bild ↑] sau đó [ESC] và [F8] ấn trở về
16	Đặt điểm 0 của chi tiết theo Y Lưu ý tới bán kính của dao Nhập cả giá trị âm, ví dụ, -5 của bán kính dụng cụ được sử dụng theo trục Y	[F4] dụng cụ, điểm zêrô [F4] đặt điểm zêrô [F3] đặt tọa độ Y Dùng phím viết "-5" và với [F8] xác nhận
		Giá trị Y có thể được kiểm soát bằng tọa độ hiển thị cho điểm 0 tức thời
17	Dụng cụ chạy tự do theo chiều - Y và sau đó theo chiều + Z	*Trên phím số* ấn phím mũi tên cùng với phím Shift: [⇑] + [1 Ende] để chạy nhanh theo - Y [⇑] + [8 ↑] để chạy nhanh theo - Z
18		[F8] trở về
19	Thoát khỏi menu thiết lập công nghệ	[F8] trở về

2.4. Điều khiển số trên máy công cụ CNC

I. Mạch điều khiển hở và mạch điều khiển kín

Hệ điều khiển hiện nay trên máy công cụ điều khiển số là điều khiển CNC. Đặc trưng của điều khiển này là một đường tác dụng hở (hình 69). Hệ điều khiển cấp các giá trị cần vào máy công cụ mà không trực tiếp kiểm soát nó.

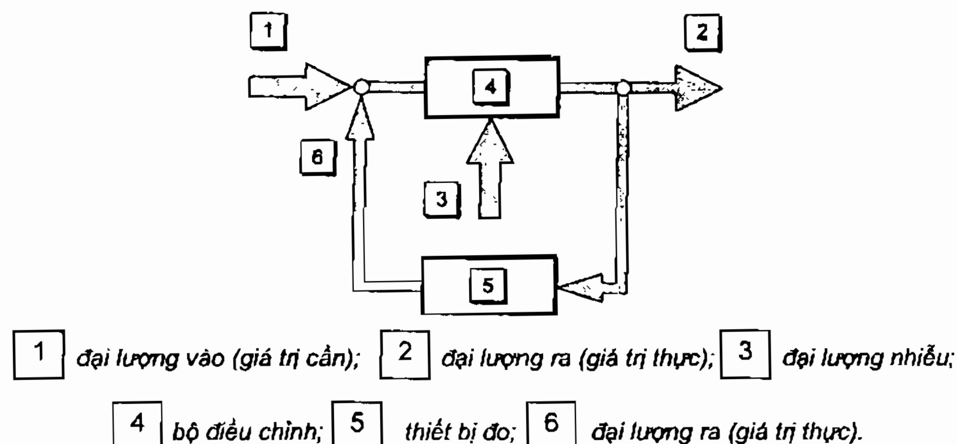
Đó là một mạch điều khiển hở.



Hình 69. **Nguyên lý của mạch điều khiển hở**

Vì mạch điều khiển hở cung cấp các tín hiệu đầu ra không chính xác nên cần được điều chỉnh lại. Điều chỉnh là một quá trình tác động, ở đó đại lượng cần điều chỉnh được thu nhận liên tục và được hiệu chỉnh để có giá trị đúng với yêu cầu.

Vòng tác động kín này được gọi là mạch điều khiển kín (hình 70).



Hình 70. **Nguyên lý của mạch điều khiển kín**

Trên máy công cụ CNC mạch điều khiển kín được ứng dụng để điều khiển vị trí các trục.

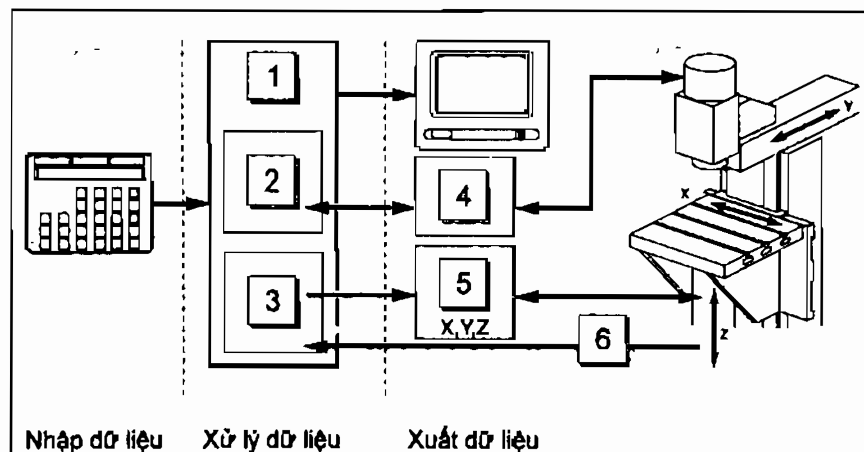
II. Điều khiển CNC

1. Cấu tạo và chức năng

Điều khiển CNC có nhiệm vụ giải mã chương trình NC và xử lý tiếp các thông tin liên quan tới công nghệ và hình dạng hình học. Với sự hỗ trợ của hệ điều khiển CNC, các bộ phận tương ứng của máy công cụ CNC được điều khiển và điều chỉnh để gia công được các chi tiết theo yêu cầu. Các chức năng của hệ điều khiển CNC gồm: nhập dữ liệu, xử lý dữ liệu và xuất dữ liệu (hình 71).

2. Nhập dữ liệu và xử lý dữ liệu

Việc nhập dữ liệu trong điều khiển CNC về cơ bản diễn ra trong khu vực điều khiển bao gồm bàn phím và màn hình. Ở đây các chương trình NC có thể được thiết lập và quản lý, dữ liệu có thể được nhập vào hoặc gọi mô phỏng chương trình. Chương trình NC cũng có thể được ghi nhớ hoặc lưu trữ dữ liệu ở bên ngoài, ví dụ, trên băng từ, hoặc trước đây trên băng đục lỗ. Đồng thời nó cũng có khả năng liên kết với các dữ liệu từ bên ngoài thông qua các giao diện hay nối mạng tới máy tính chủ (vận hành DNC), tạo ra và quản lý các chương trình NC (hệ thống điều khiển) trên máy tính này.



1 *điều khiển CNC;* 2 *xử lý công nghệ;* 3 *xử lý hình học;*

4 *điều khiển thích nghi;* 5 *hiệu chỉnh trục;* 6 *giá trị thực của vị trí.*

***Hình 71.* Cấu trúc điều khiển CNC**

Xử lý dữ liệu của hệ điều khiển CNC có nhiệm vụ thiết lập dữ liệu từ chương trình NC, các dữ liệu này cần thiết cho hoạt động của máy công cụ CNC để gia công chi tiết.

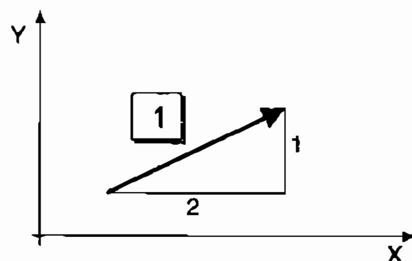
Các dữ liệu công nghệ để thực hiện các công việc như chọn dao, chọn chiều quay, điều chỉnh số vòng quay của trục chính hoặc tắt, mở nước làm mát. Chúng được chuyển vào các bộ phận tương ứng của máy công cụ CNC thông qua bộ điều khiển thích nghi.

Các thông tin hình dạng hình học của chương trình NC được biên dịch từ hệ điều khiển CNC, theo giá trị cần có, có lưu tâm tới các bước tiến dao, cho từng truyền động của các trục. Các hành trình chuyển động vừa được tạo ra, tiếp tục được điều khiển bởi mạch điều khiển kín cho các vị trí của trục tiến dao.

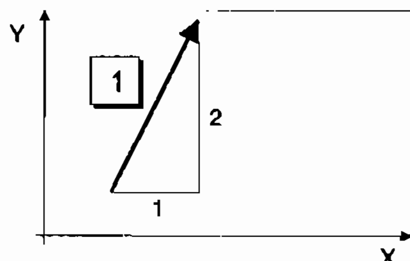
3. Thực hiện các chuyển động chạy nội suy

Biên dạng cho trước trong kỹ thuật được dẫn dắt từ các phần tử đường thẳng và đường tròn. Do vậy hầu hết tất cả các hệ điều khiển CNC ngày nay được trang bị hoàn chỉnh với nội suy đường thẳng và cung tròn. Trong các hệ điều khiển CNC của chúng ta cũng có nội suy parabol bậc 2 và bậc 3, nội suy đường xoắn ốc và nội suy đường phi tuyến.

Nếu một dụng cụ chạy theo đường thẳng từ một điểm xuất phát tới điểm đích không song song với trục thì gọi là nội suy đường thẳng. Để đạt được quỹ đạo thẳng của dụng cụ, các chuyển động nội suy của các trục tham gia phải được xác định phù hợp với nhau. Do vậy tỷ lệ bước tiến của từng trục sẽ ấn định hướng chuyển động thẳng (hình 72 và 73).

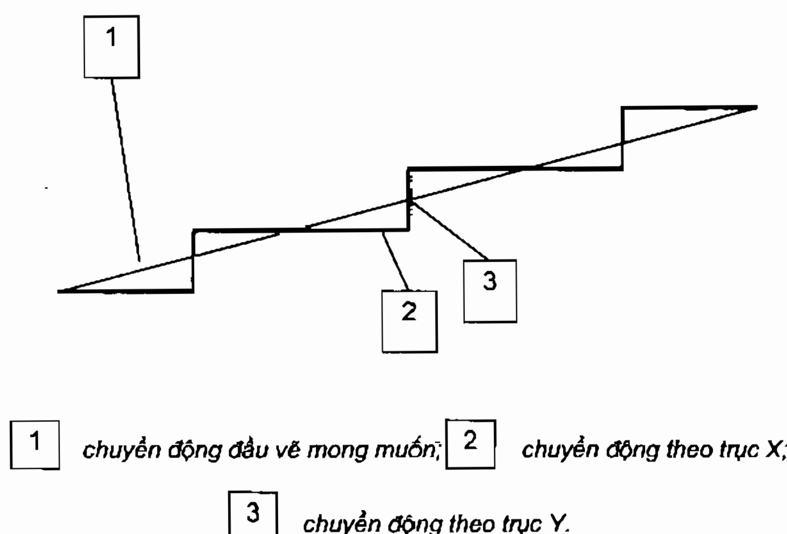


Hình 72. **Tỷ lệ bước tiến các trục**



Hình 73. **Tỷ lệ bước tiến các trục**

Nguyên tắc chuyển dịch của một dụng cụ theo đường ziczăc, thẳng và cung tròn trong một bề mặt được giải thích tốt nhất bằng một máy vẽ với các động cơ bước. Động cơ bước được điều khiển bằng xung điện. Do các xung điện âm hoặc dương mà trục của động cơ quay giật cục quanh một góc xác định theo chiều phải hoặc chiều trái. Điều này dẫn tới, mỗi trục trong hai trục của máy vẽ chỉ có thể đạt được một giá trị quay xác định. Qua đó máy vẽ chỉ có thể chạy được các điểm của một lưới dày trên bề mặt vẽ. Như trên màn hình máy tính, một đường dốc hình thành bởi các chuyển động song song với trục của đầu máy vẽ (xem hình 74).



Hình 74. Đường dịch chuyển của đầu máy vẽ

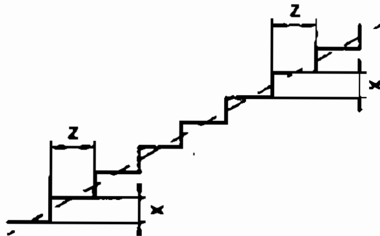
Nội suy dịch chuyển của hệ điều khiển CNC cũng theo cách thức tương tự. Nó tính toán các giá trị trung gian cần thiết cho việc nội suy và chuyển chúng như là những giá trị cần cho mạch điều khiển kín.

Trường hợp nội suy đường thẳng, hai hoặc ba trục đồng thời dịch chuyển (hình 75), trong đó các chuyển động của chúng được phối hợp theo một tỷ lệ nhất định.

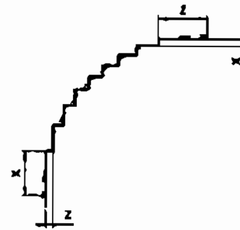
Nội suy cung tròn (hình 76): dụng cụ di chuyển từ một điểm xuất phát theo một quỹ đạo dạng cung tròn. Chuyển động của dụng cụ có thể cùng

hoặc ngược chiều kim đồng hồ. Để đạt được quỹ đạo dụng cụ là dạng cung tròn, các chuyển động dịch chuyển ở cả hai trục phải được phối hợp với nhau, phụ thuộc vào cả quãng đường đã dịch chuyển. Mỗi trục chuyển động theo dạng hình sin cũng như cosin. Giao thoa của cả hai trục cho ra cung tròn.

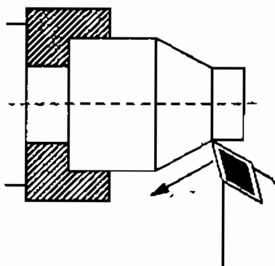
Mỗi trục của máy công cụ CNC nhận tín hiệu dịch chuyển từ hệ thống điều khiển CNC.



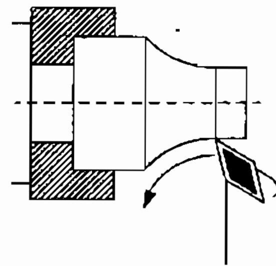
Chuyển động nội suy của bút vẽ



Chuyển động nội suy của bút vẽ



Hình 75. **Nội suy đường thẳng**



Hình 76. **Nội suy cung tròn**

Các tín hiệu này được mã hoá và dựa vào chương trình NC đã cho.

Chúng được xử lý bởi bộ điều khiển và chuyển tiếp tới động cơ chuyển động tiến. Hành trình dịch chuyển của dụng cụ được cho trước chính xác trong chương trình NC. Tuỳ theo dạng dịch chuyển ta phân biệt các loại điều khiển sau:

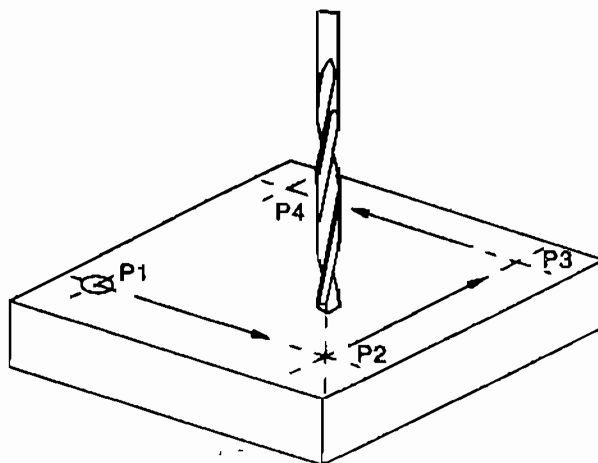
- Điều khiển điểm
- Điều khiển đoạn thẳng
- Điều khiển côngtua (côngtua được hiểu là một đường hoặc một mặt bất kỳ):
    - Điều khiển côngtua 2D.

- Điều khiển côngtua $2^1/_2$D.

- Điều khiển côngtua 3D.

1. Điều khiển điểm

Đây là kiểu điều khiển đơn giản nhất. Trong điều khiển điểm, một điểm đích được tiếp cận với tốc độ nhanh, tại đây quá trình gia công sẽ được thực hiện (xem hình 77). Với cách thức này, các điểm đích khác lần lượt được tiếp cận điều khiển và gia công. Điều khiển điểm chỉ được thực hiện trong hành trình nhanh của máy với tốc độ tiến F MAX của bàn máy hoặc xe dao.



Hình 77. **Điều khiển điểm**

Điều khiển điểm được ứng dụng khi chỉ cần gia công tại một số điểm nhất định, ví dụ như khoan, khoét, doa, tarô ren, hàn điểm, dập đột.

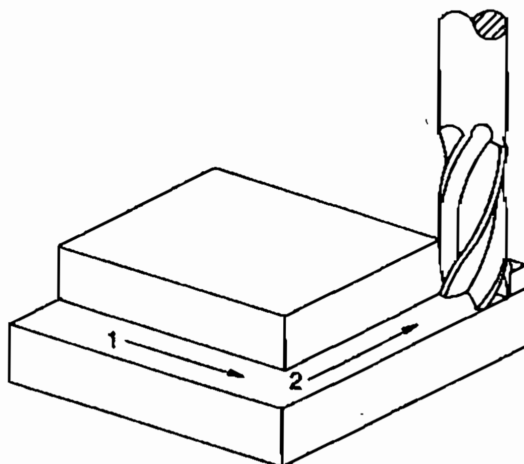
2. Điều khiển đoạn thẳng

Với điều khiển đoạn thẳng, hành trình dịch chuyển với lượng tiến dao đã được lập trình của dụng cụ cắt chỉ có thể được điều khiển song song với một trục (xem hình 78).

Biên dạng của chi tiết gia công được tạo ra chỉ có thể là các đường song song với trục.

Điều khiển đoạn thẳng được sử dụng trong các trường hợp chỉ gia công trên mặt phẳng song song với băng máy, ví dụ như tiện trụ hoặc tiện

mặt đầu. Ở các trường hợp này việc gia công chỉ diễn ra theo một hướng.

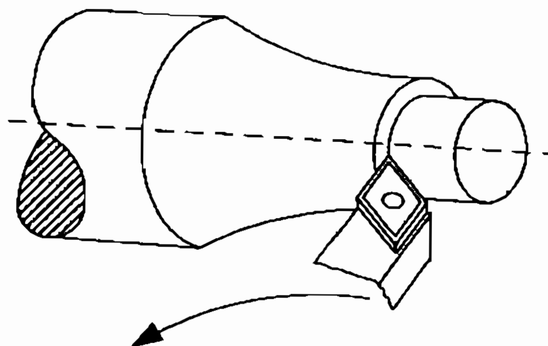


Hình 78. **Điều khiển đoạn thẳng**

3. Điều khiển côngtua

Với điều khiển côngtua, hành trình dịch chuyển (đường thẳng, đường nghiêng, đường cong, đường phi tuyến) có thể được điều khiển trong mặt phẳng hay trong không gian.

Biên dạng bất kỳ có thể được gia công dưới tác động.phối hợp có điều khiển của hai hoặc nhiều động cơ bước tiến (hình 79). Để có thể thực hiện đồng thời chuyển động ở các trục máy, trước đó các giá trị trung gian - trên đồ thị được định nghĩa toán học từ điểm xuất phát tới điểm đích - phải được hệ điều khiển CNC tính toán.

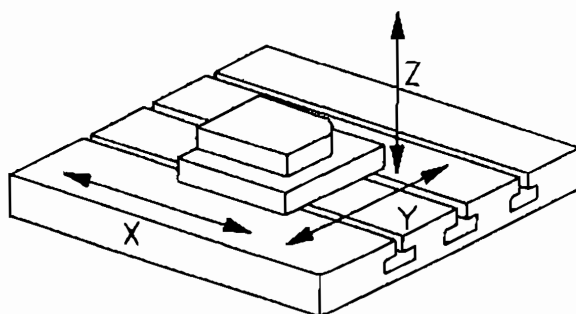


Hình 79. **Điều khiển côngtua trên máy tiện CNC**

Tuỳ theo số trục có thể điều khiển được đồng thời người ta chia điều khiển côngtua như sau:

a) Điều khiển côngtua 2D

Với điều khiển 2D, hai trục có thể được điều khiển đồng thời, như vậy chuyển động thẳng hay dạng tròn của dụng cụ có thể được thực hiện trên một mặt phẳng (hình 80).



Hình 80. **Điều khiển côngtua 2D**

Nếu một máy phay CNC có 3 trục, điều khiển côngtua 2D có nghĩa là các biên dạng có thể được phay với điều khiển hai trục. Trục thứ ba phải được tiến dao độc lập với hai trục kia.

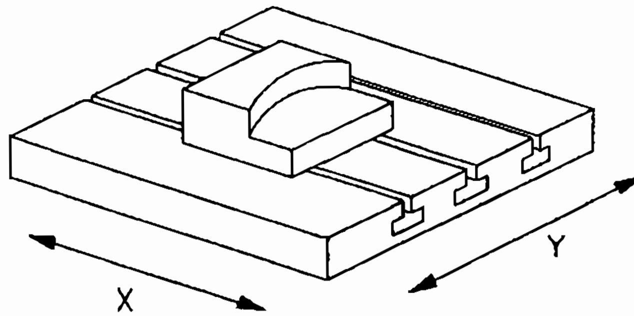
b) Điều khiển côngtua $2^1/_2$D

Điều khiển $2^1/_2$D cho phép chuyển động của dụng cụ trong nhiều mặt phẳng, trong đó nội suy được chuyển đổi tương ứng tại hai trong ba mặt phẳng chính.

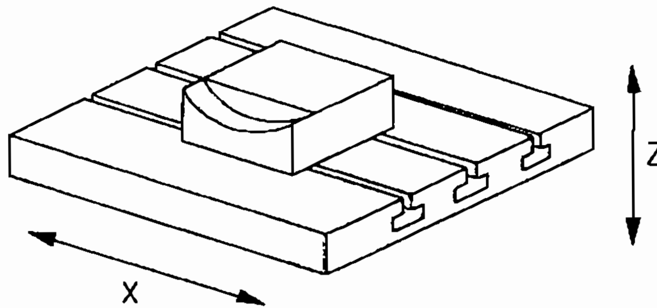
Trong điều khiển $2^1/_2$D cả ba trục đều điều khiển được, tuy nhiên trong mỗi mặt phẳng luôn chỉ có hai trục được điều khiển đồng thời. Trục thứ ba được gọi là trục ăn dao.

Tuỳ theo mặt phẳng gia công được chọn mà các trục khác nhau được điều khiển đồng thời, như vậy các chuyển động có thể trên những mặt phẳng sau:

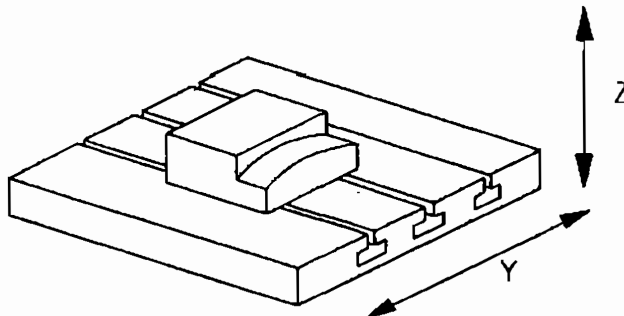
- Mặt phẳng X/Y (hình 81).
- Mặt phẳng X/Z (hình 82).
- Mặt phẳng Y/Z (hình 83).



Hình 81. **Điều khiển côngtua $2^1/_2$D (mặt phẳng X/Y)**



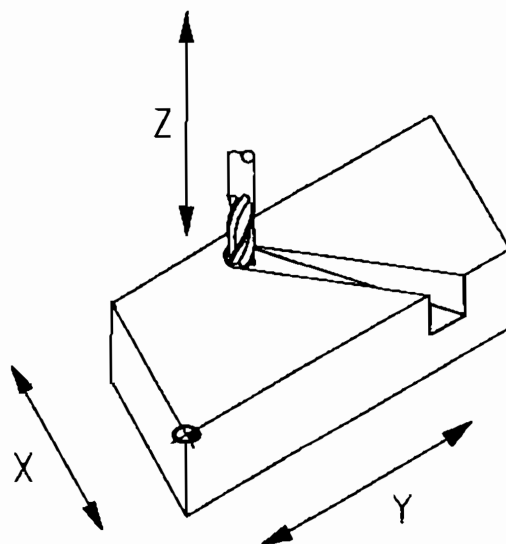
Hình 82. **Điều khiển côngtua $2^1/_2$D (mặt phẳng X/Z)**



Hình 83. **Điều khiển côngtua $2^1/_2$D (mặt phẳng Y/Z)**

c) Điều khiển côngtua 3D

Trong điều khiển 3D, ba trục đồng thời được nội suy. Nhờ đó cho phép thực hiện chuyển động không gian ba chiều của dụng cụ (hình 84).



Hình 84. **Điều khiển côngtua 3D**

Nhờ đó có thể gia công được các biên dạng rất phức tạp, ví dụ, chế tạo dao cắt, đặc biệt trong chế tạo khuôn mẫu gia công trong một lần kẹp.

Ngày nay hầu hết các máy công cụ CNC được điều khiển côngtua 3D.

IV. Vận hành DNC

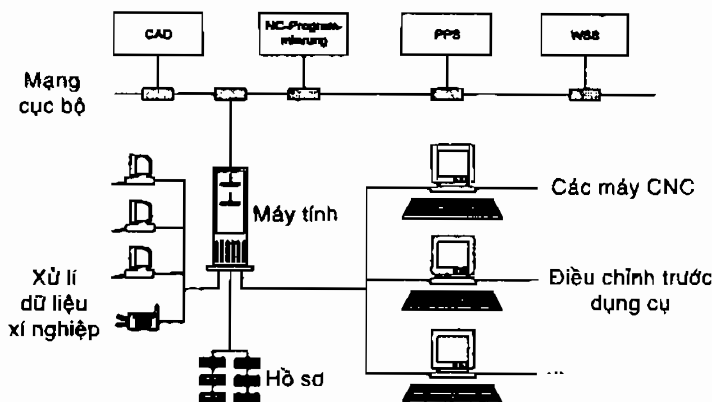
1. Đặc điểm của vận hành DNC

DNC là chữ viết tắt của *Direct Numerical Control* và được xem là kiểu vận hành trong đó nhiều máy NC và CNC cũng như nhiều thiết bị khác nữa được nối với nhau, đó là các thiết bị điều chỉnh trước dụng cụ, máy đo, vị trí lập trình và hệ thống quản lý vật liệu và dụng cụ cắt (hình 85).

Việc kết nối giữa các thành phần của một hệ thống DNC được thực hiện qua một đường dẫn dữ liệu. Do truyền dữ liệu trực tiếp nên cho phép bỏ bộ chứa dữ liệu như băng lỗ, băng từ, đĩa cũng như các máy đọc, máy ghi cần thiết.

Đặc điểm cơ bản của vận hành DNC là sự quản lý và phân chia thông tin. Để có thể xác định và phân phối các thông tin này theo yêu cầu, cần có

sự giao diện đặc biệt, qua đó tất cả các bộ phận trong mạng DNC được nối với máy tính chủ. Máy tính chủ có thể xác định các thông số máy, thông số gia công, chuyển đổi chế độ hoạt động, nơi lưu trữ hợp mục đích, đọc và ghi cũng như điều khiển tự động từ xa máy tính của máy CNC đang hoạt động.



***Hình 85.* Cấu trúc của một hệ thống DNC**

2. Nhập và xử lý dữ liệu trong vận hành DNC

Nhờ cấu trúc của hệ thống DNC (xem hình 85) có thể nhập dữ liệu vào các máy khác nhau. Các máy này có thể đặt cách xa nhau.

Những chương trình NC nhỏ có thể được viết trực tiếp trên máy công cụ CNC. Để thiết lập chương trình NC lớn, phức tạp, nên sử dụng các vị trí lập trình bên ngoài.

Một hệ thống DNC thường có các chức năng cơ bản sau:

- Lưu trữ và quản lý các chương trình NC.
- Phân phối đúng thời gian chương trình NC đến các máy.
- Nhận lại các chương trình NC đã được sửa hoặc tối ưu hoá từ máy về bộ lưu trữ dữ liệu trung tâm.

Để đạt được mục tiêu này trong hệ thống DNC có một trung tâm quản lý các chương trình NC. Chương trình được thiết lập hoặc tối ưu hoá, được truyền qua đường dẫn dữ liệu về máy tính tương ứng. Nếu máy công cụ CNC không trang bị với cổng giao tiếp DNC đặc biệt thì một bộ đầu cuối DNC sẽ điều khiển tổ chức truyền dữ liệu giữa hệ điều khiển CNC và máy tính chủ.

Tuỳ theo trình độ cấu tạo của hệ thống DNC mà các chức năng sau có thể được bổ sung:

- Quản lý trung tâm dụng cụ cắt và các dữ liệu hiệu chỉnh dụng cụ cắt.
- Kết nối với các thiết bị điều chỉnh trước dụng cụ cắt.
- Quản lý chi tiết gia công và các palet - (palet là các tấm tiêu chuẩn để kẹp phôi).
- Ấn định và phân chia thời gian cho các bước gia công.
- Điều khiển dòng vật liệu.
- Đảm bảo an toàn trung tâm các thành phần dữ liệu tức thời.
- Thu thập trung tâm các dữ liệu vận hành và dữ liệu máy (BDE, MDE) với xử lý đồ họa.
- Lập trình NC với biên dịch postprosessor.
- Mô phỏng đồ họa với biểu diễn biên dạng của dụng cụ, của thiết bị kẹp và của chi tiết.

3. Ưu điểm của vận hành DNC

- Việc ứng dụng vận hành DNC so với máy công cụ CNC đơn lẻ có các ưu điểm sau:
- Cải thiện tổ chức xí nghiệp.
- Cho khả năng truy cập nhanh các chương trình và thông tin hỗ trợ.
- Giảm được thời gian đứng máy của máy CNC do các chương trình NC, dụng cụ, vật liệu liên tục được chuẩn bị sẵn sàng.
- Giảm lỗi nhập dữ liệu.
- Việc kiểm soát dữ liệu vận hành và dữ liệu máy (BDE, MDE) cho phép người vận hành máy bao quát thường xuyên và lập hồ sơ các thông số sản xuất (thời gian chạy máy, thời gian phụ, thời gian dừng máy), chỉ dẫn bảo trì và nguyên nhân dừng máy.

4. Luyện tập ở xưởng

Diễn giải các dạng điều khiển CNC khác nhau trên máy công cụ CNC hiện có.

Nếu có máy công cụ CNC điều khiển điểm và đoạn thẳng có thể mô phỏng các dạng điều khiển này với sự trợ giúp của các chi tiết gia công tương ứng.

Ví dụ:

- Điều khiển điểm:

  Máy phay: chạy nhanh để định vị dụng cụ khi khoan lỗ.

- Điều khiển đoạn thẳng

  Máy phay: chạy song song với một trục.

  Máy tiện: chạy song song với một trục.

- Điều khiển côngtua 2D:

  Máy phay: chạy thẳng theo hai trục để tạo một đường thẳng xiên.

  Máy phay: chạy theo chuyển động tròn để tạo 1 cung tròn.

  Máy tiện: tiện hoặc tiện vê cung tròn.

- Điều khiển côngtua $2^1/_2$D:

  Máy phay: chạy các đường thẳng xiên các mặt phẳng khác nhau.

  Máy phay: chạy-chuyển động tròn trên các mặt phẳng khác nhau.

- Điều khiển côngtua 3D:

  Máy phay: chạy các đường thẳng trên 3 trục đồng thời.

  Máy phay: chạy chuyển động tròn trong không gian.

2.5. Hiệu chỉnh (bù) dụng cụ cắt cho gia công CNC

I. Ý nghĩa và mục đích của hiệu chỉnh các giá trị dụng cụ cắt

Với hiệu chỉnh dụng cụ cắt, chi tiết gia công được lập rất đơn giản mà không cần quan tâm tới chiều dài sử dụng thực hay bán kính của dụng cụ. Có thể sử dụng trực tiếp các thông số của bản vẽ chi tiết gia công sẵn có để lập trình. Các số đo của dụng cụ là chiều dài hay bán kính dao phay, bán kính mũi dao tiện đều được hệ điều khiển CNC tự động tính đến.

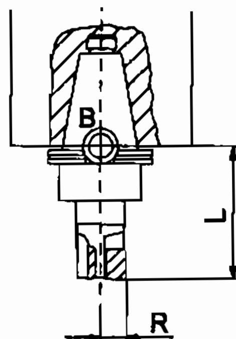
1. Hiệu chỉnh chiều dài cắt dụng cụ trong phay và tiện

Hiệu chỉnh chiều dài dụng cụ cắt trên cơ sở điểm chuẩn tạo điều kiện làm cân đối giữa chiều dài dụng cụ cho trước và thực tế, ví dụ như qua mài lại dụng cụ cắt. Chiều dài này của dụng cụ cắt phải được hệ điều khiển nhận

biết. Muốn vậy, chiều dài L là cần thiết, có nghĩa cần đo khoảng cách giữa điểm hiệu chỉnh dụng cụ cắt B và mũi dao, sau đó nhập vào hệ điều khiển.

Đối với dao phay chiều dài L xác định theo hướng Z (hình 86).

Trong dao tiện, xác định chiều dài L theo hướng Z (xem hình 87).

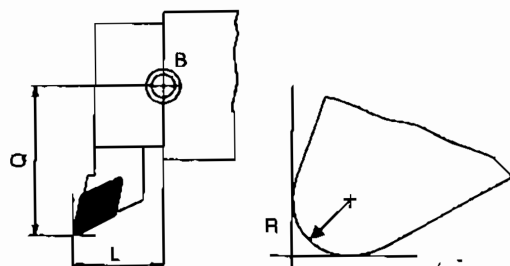


B - điểm hiệu chỉnh dụng cụ cắt (zêrô dụng cụ E).

L - chiều dài= khoảng cách từ mũi dao tới điểm hiệu chỉnh dụng cụ cắt theo Z.

R - bán kính dao phay.

Hình 86. **Giá trị hiệu chỉnh dụng cụ ở dao phay**



B - điểm hiệu chỉnh dụng cụ cắt (zêrô dụng cụ E).

L - chiều dài = khoảng cách từ mũi dao tới điểm hiệu chỉnh dụng cụ cắt theo Z.

Q - khoảng cách từ mũi dao tới điểm zêrô dụng cụ cắt theo X.

R - bán kính mũi cắt.

Hình 87. **Giá trị hiệu chỉnh dụng cụ ở dao tiện**

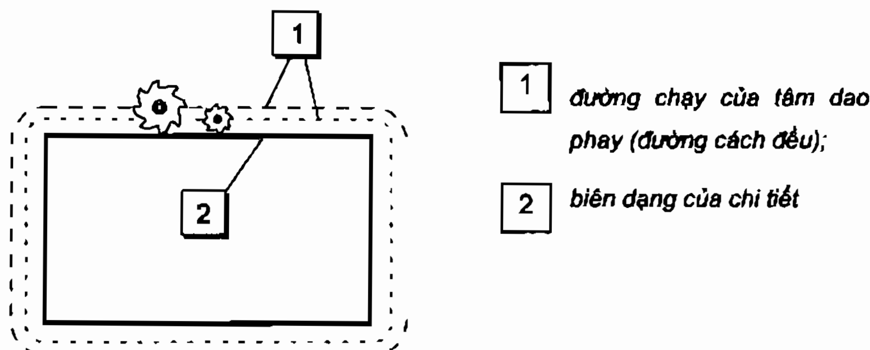
Trong điều khiển CNC những giá trị hiệu chỉnh dụng cụ cắt này được lưu trữ trong bộ lưu trữ hiệu chỉnh, ở đó trong hầu hết các hệ điều khiển CNC có thể mô tả tới 99 dụng cụ cắt. Trong suốt quá trình gia công các giá trị này phải được kích hoạt. Việc gọi diễn ra bên trong chương trình NC, ví dụ, với địa chỉ H hoặc vị trí tương ứng dự kiến trước trong từ lệnh T.

2. Bù bán kính dụng cụ cắt

Hệ điều khiển CNC có khả năng bù bán kính dao phay trên máy phay cũng như bù bán kính lưỡi cắt trên dao tiện. Với trợ giúp này biên dạng hoàn thành của chi tiết gia công có thể được lập trình trực tiếp khi xây dựng chương trình NC.

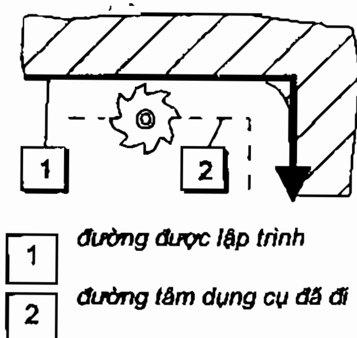
a) Bù bán kính dao phay

Để dụng cụ gia công được các biên dạng đã lập trình với độ chính xác cao, đường chuyển động của điểm tâm của dụng cụ phải chạy song song với đường đã lập trình. Đường này của tâm dụng cụ gọi là đường cách đều (hình 88).



Hình 88. **Đường chuyển động của tâm dao phay (đường cách đều)**

Đường cách đều là đường chuyển động của tâm dụng cụ, nó chạy cách đường biên dạng đã lập trình một khoảng không đổi. Tại chỗ chuyển động không liên tục, nghĩa là tại góc trong hoặc góc ngoài (hình 89 và 90), phần chuyển đổi của đường cách đều được phát triển theo nguyên tắc điều khiển riêng, ví dụ đưa vào một cung tròn.

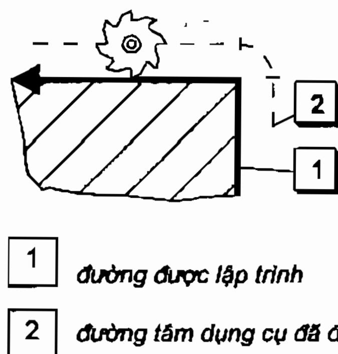


1 *đường được lập trình*

2 *đường tâm dụng cụ đã đi*

Hình 89. **Góc trong khi phay**

Tại góc trong hình thành đường cung tương ứng với bán kính của dao phay



1 *đường được lập trình*

2 *đường tâm dụng cụ đã đi*

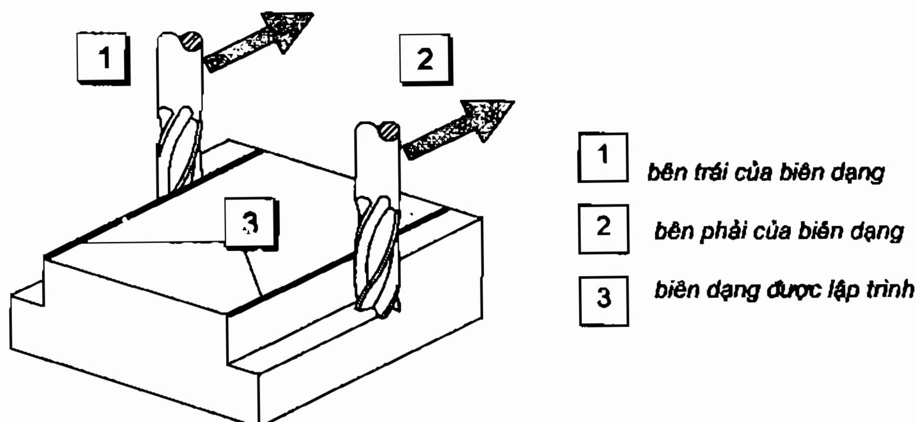
Hình 90. **Góc ngoài khi phay**

Tại góc ngoài dao phay thực hiện một đường cong bù

Hệ điều khiển CNC tính toán đường tâm dao phay song song với biên dạng phục vụ cho việc gia công, trên cơ sở bán kính của dao tương ứng chứa trong bộ lưu trữ hiệu chỉnh của dụng cụ. Trong bản thân chương trình

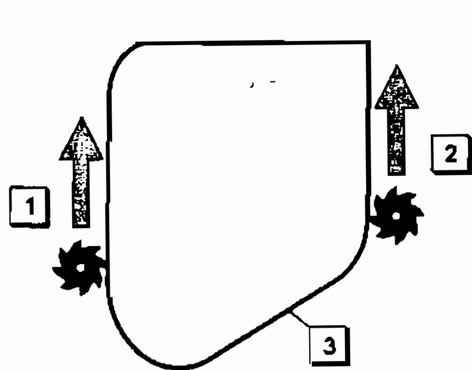
NC chưa có giá trị bán kính cụ thể mà chỉ cổng hiệu chỉnh được gọi ra.

Vì có hai khả năng liên quan tới gia công, nên hệ điều khiển NC cần được thông báo, liệu quá trình gia công cần thực hiện ở bên trái hay bên phải của đường biên dạng đã lập trình (xem hình 91).



Hình 91. **Hướng gia công khi bù bán kính dao phay**

Các hình 92 và 93 biểu diễn việc lựa chọn bù bán kính dao phay phụ thuộc vào vị trí của dụng cụ trên cơ sở đường biên dạng cần hoàn thành, khi gia công ngoài (hình 92) và khi gia công trong (hình 93).

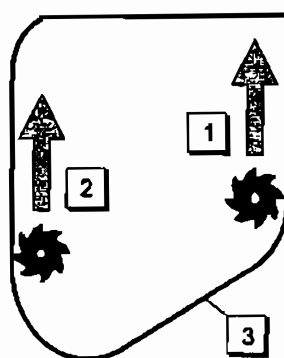


Hình 92. **Bù bán kính dao phay khi gia công ngoài**

1 *bên trái của biên dạng*

2 *bên phải của biên dạng*

3 *biên dạng được lập trình*



Hình 93. **Bù bán kính dao phay khi gia công trong**

1 *bên trái của biên dạng*

2 *bên phải của biên dạng*

3 *biên dạng được lập trình*

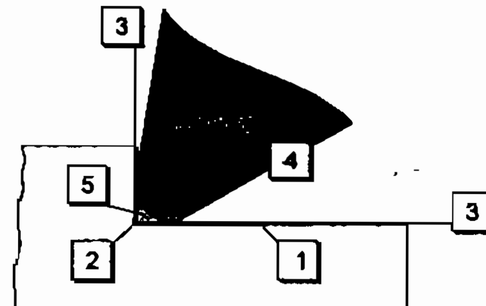
Tuy nhiên có những chuyển động không cần phải bù bán kính dao phay, ví dụ như các lỗ khoan, điều này phải được thông báo cho hệ điều khiển CNC biết bằng các lệnh tương ứng.

b) Bù bán kính mũi dao

Khi tiện, thay vì bán kính dao phay, bán kính mũi dao được bù, vì hệ điều khiển tính toán hành trình chuyển dịch từ mũi dao lý thuyết. Mũi dao lý thuyết này chuyển động dọc theo đường đã lập trình.

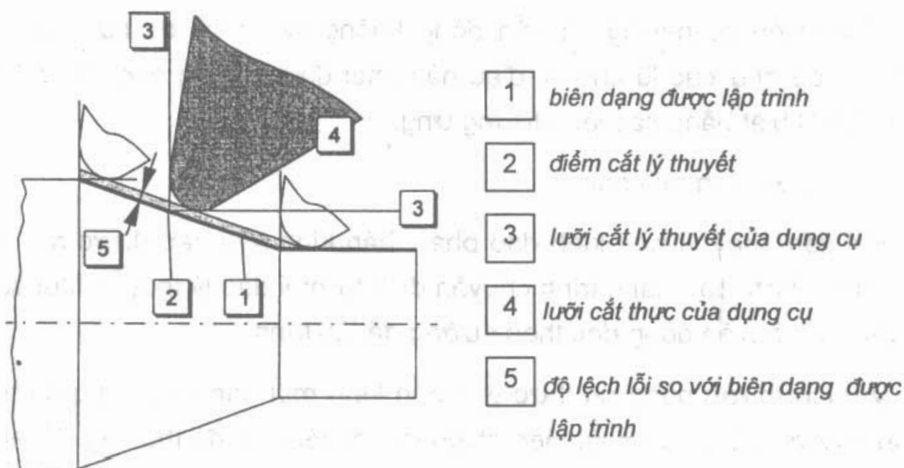
Vì kích thước dụng cụ thực tế - bán kính mũi dao của dụng cụ tiện - không được chú ý nên xuất hiện nhiều lỗi khi tiện. Do đó thường để lại các cung tròn ở góc trong của biên dạng (hình 94).

Khi dụng cụ dịch chuyển không song song với trục X hoặc trục Z sẽ gây ra sai lệch đáng kể về kích thước và hình dạng (hình 95). Lỗi này được hệ điều khiển CNC loại bỏ bằng sự bù bán kính mũi dao.



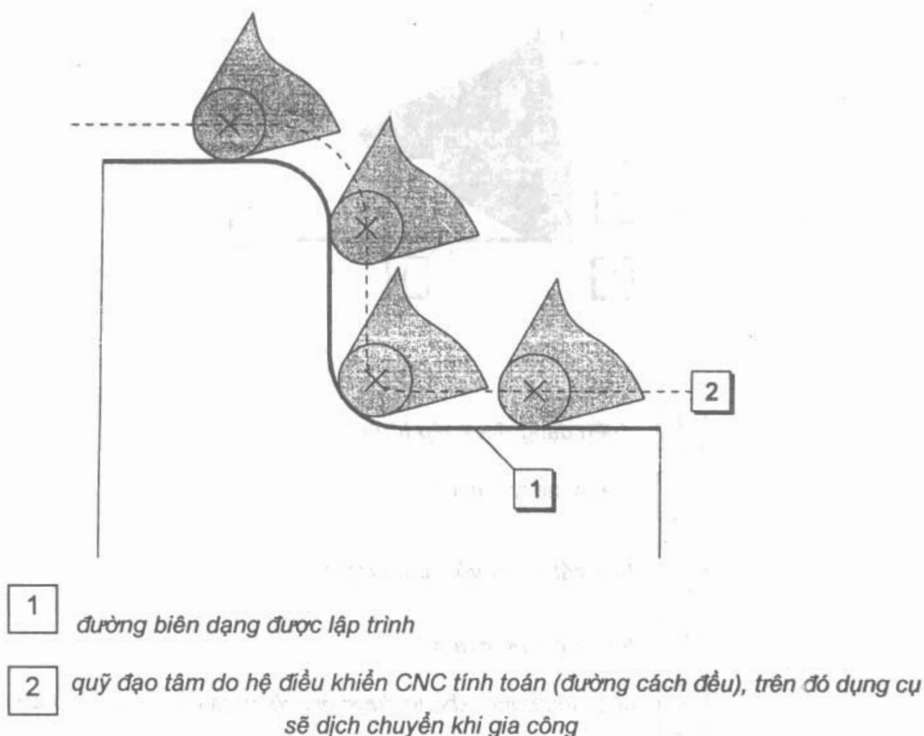
- 1 *biên dạng được lập trình*
- 2 *điểm cắt lý thuyết*
- 3 *lưỡi cắt lý thuyết của dụng cụ*
- 4 *lưỡi cắt thực của dụng cụ*
- 5 *góc biên dạng, không được gia công do bán kính của lưỡi cắt*

Hình 94. **Lỗi không tránh khỏi tiện: giữ lại góc lượn biên dạng**



***Hình 95.* Lỗi khi tiện:** kích thước phần côn không đúng như biên dạng được lập trình

Vị trí của đường dịch chuyển thực của dụng cụ cắt (đường cách đều, hình 96) được hệ điều khiển CNC hiện đại tính toán tự động với hiệu chỉnh bán kính lưỡi cắt.



1 *đường biên dạng được lập trình*

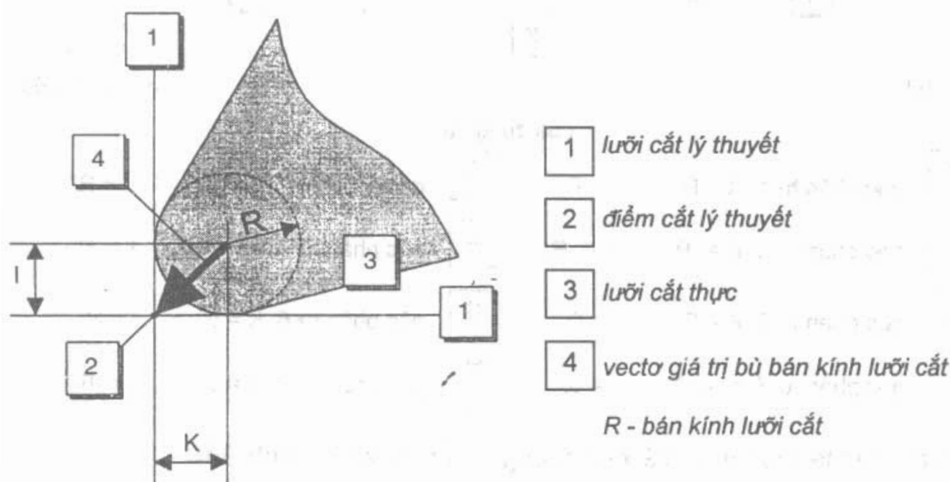
2 *quỹ đạo tâm do hệ điều khiển CNC tính toán (đường cách đều), trên đó dụng cụ sẽ dịch chuyển khi gia công*

***Hình 96.* Đường cách đều khi tiện**

Để có điều này cần có ba điều kiện cơ bản sau:

1. Bán kính mũi dao cắt phải được lưu sẵn trong bộ lưu trữ giá trị hiệu chỉnh của hệ điều khiển CNC.
2. Vị trí của mũi dao cắt (vectơ giá trị hiệu chỉnh bán kính mũi cắt) phải được hệ điều khiển CNC nhận biết.
3. Hướng gia công của dụng cụ cắt liên quan tới biên dạng phải được lập trình tương ứng khi lập trình NC.

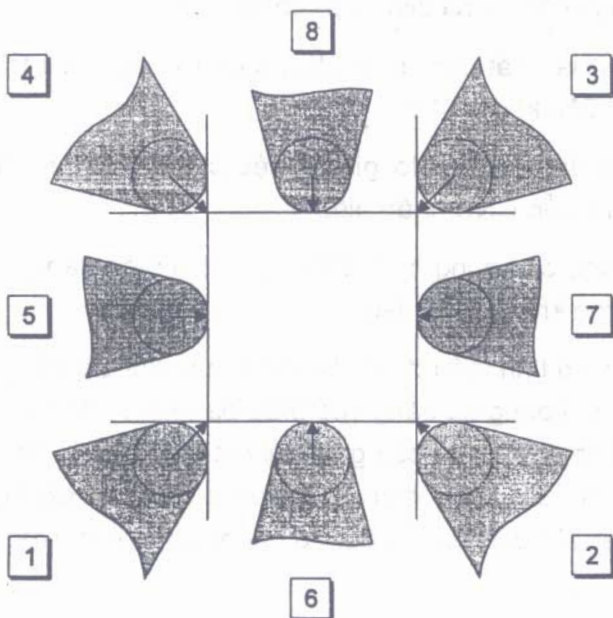
Để điều khiển có tính toán đúng điểm cắt thực khi gia công, góc mũi cắt được mô tả cho mỗi dụng cụ bằng vectơ bù bán kính mũi cắt (vectơ SRK). Ở đó vectơ SRK cho biết vị trí của góc mũi cắt theo I và K (hướng X- và Z) so với tâm của mũi cắt (xem hình 97). Vectơ SRK, trước hết, được xác định trong bộ quản lý dụng cụ của bộ mô phỏng CNC cho từng dụng cụ.



***Hình 97.* Vectơ giá trị bù bán kính lưỡi cắt**

Tuỳ theo lưỡi cắt của dao tiện được sử dụng nằm ở góc phần tư làm việc nào, mà một vectơ giá trị bù bán kính lưỡi cắt khác phải được nhập vào hệ điều khiển (xem hình 98). Khi nhập giá trị bù bán kính I và K cần lưu ý tới dấu xuất hiện từ đó.

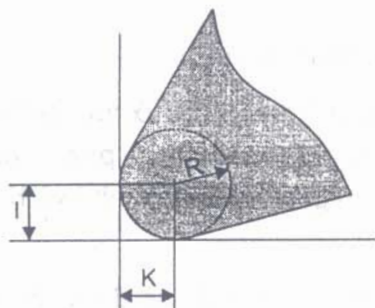
Giá trị tương ứng của dụng cụ hiện hữu phải được đặt cho bán kính lưỡi cắt R (với lưu ý rằng trục nằm ngang là Z, trục thẳng đứng là X).



Hình 98. ần tư làm việc của dụng cụ

1	góc phần tư 1: K = R	I = R;	2	góc phần tư 2: K = -R	I = R;
3	góc phần tư 3: K = -R	I = -R;	4	góc phần tư 4: K = R	I = -R;
5	góc phần tư 5: K = R	I = 0;	6	góc phần tư 6: K = 0	I = R;
7	góc phần tư 7: K = -R	I = 0;	8	góc phần tư 8: K = 0	I = -R.

Sau đây là một ví dụ về xác định giá trị bù I và K (hình 99).



Lưỡi cắt trong phần tư làm việc số 3 có bán kính lưỡi cắt R = 0,8mm.

Từ đó có giá trị I và K sau:

K = -0,8

I = -0,8

Hình 99. **Ví dụ về giá trị cho vectơ giá trị bù bán kính lưỡi cắt**

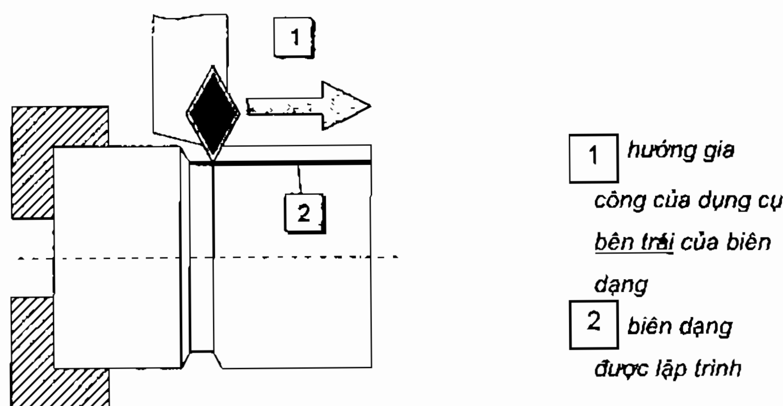
Khi gọi bù bán kính lưỡi cắt trong chương trình, hệ điều khiển CNC phải được thông báo vị trí của dao tiện theo hướng chuyển động bằng các lệnh tương ứng:

+ Dao tiện, nhìn theo hướng dịch chuyển, nằm ở *bên trái* của đường biên dạng.

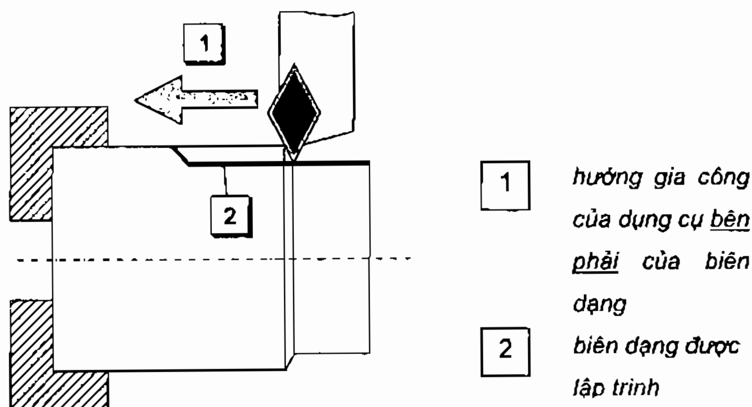
+ Dao tiện, nhìn theo hướng dịch chuyển, nằm ở *bên phải* của đường biên dạng.

Trong các hình từ 100 ÷ 103 biểu diễn việc lập trình bù bán kính lưỡi cắt phụ thuộc vào vị trí của dụng cụ so với đường biên dạng cần gia công.

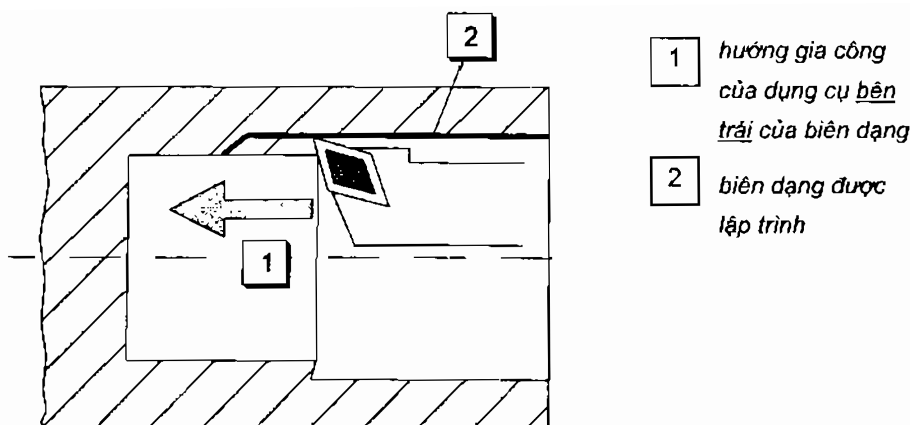
- Khi gia công ngoài (xem hình 100 và hình 101).
- Khi gia công trong (xem hình 102 và hình 103).



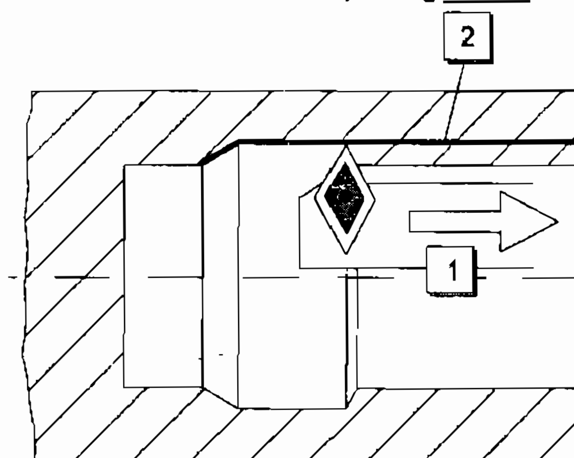
Hình 100. **Bù bán kính lưỡi cắt khi tiện ngoài bên trái của biên dạng**



Hình 101. **Bù bán kính lưỡi cắt khi tiện ngoài bên phải của biên dạng**



Hình 102. **Bù bán kính lưỡi cắt khi tiện trong bên trái của biên dạng**



Hình 103. **Bù bán kính lưỡi cắt khi tiện trong bên phải của biên dạng**

1 *hướng gia công của dụng cụ bên phải của biên dạng*

2 *biên dạng được lập trình*

Tương tự như lập trình chi tiết phay, biên dạng cần gia công không cần tính chuyển đổi mà được lập trình trực tiếp từ bản vẽ. Khi gia công tiện cũng vậy, bù bán kính lưỡi cắt phải được chọn bằng các lệnh tương ứng.

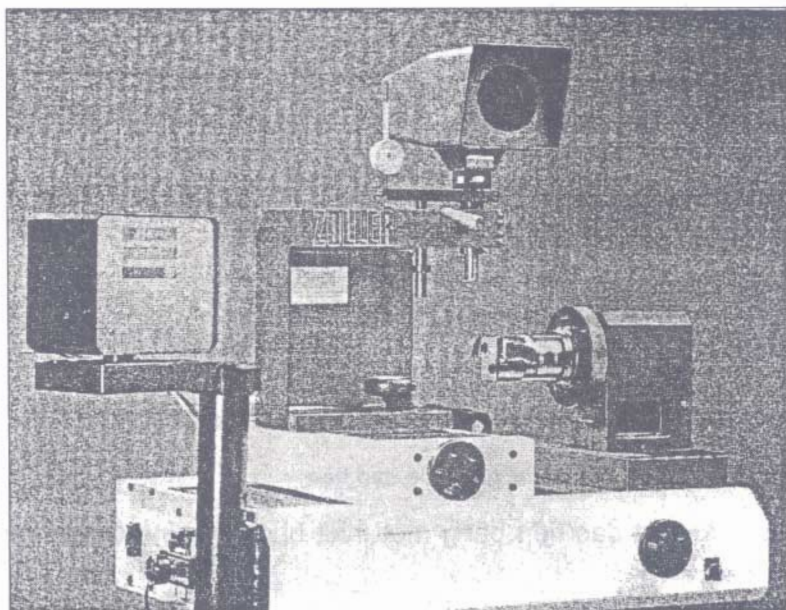
II. Đo và điều chỉnh dụng cụ với thiết bị điều chỉnh

Để sử dụng hiệu quả máy CNC, việc đo dụng cụ gia công (điều chỉnh trước dụng cụ) được thực hiện bên ngoài máy công cụ CNC. Ở đó, người

ta sử dụng máy đo và điều chỉnh trước dụng cụ vạn năng. Khái niệm "vạn năng" ở chỗ dao tiện và dụng cụ phay được đo với các cán gá khác nhau và giá trị điều chỉnh tương ứng được xác định. Đối với máy đo và điều chỉnh dụng cụ hiện đại, các dữ liệu đã xác định có thể được chuyển trực tiếp tới hệ điều khiển CNC của máy công cụ thông qua DNC cũng như cấp vào bộ lưu trữ dữ liệu hoặc máy in.

1. Cấu tạo và chức năng của thiết bị điều chỉnh trước dụng cụ

Thiết bị điều chỉnh trước dụng cụ thực hiện xác định giá trị điều chỉnh dụng cụ của dao tiện, cũng như dao phay, không có nó việc lập trình biên dạng chi tiết gia công là vô nghĩa (xem phần về bù bán kính dao phay (hình 88) cũng như bù bán kính lưỡi cắt dao tiện (hình 95)).



Hình 104. **Thiết bị đo dụng cụ và điều chỉnh trước ZOLLER H420**

Thiết bị điều chỉnh trước dụng cụ, hình 104, có các bộ phận chính sau:

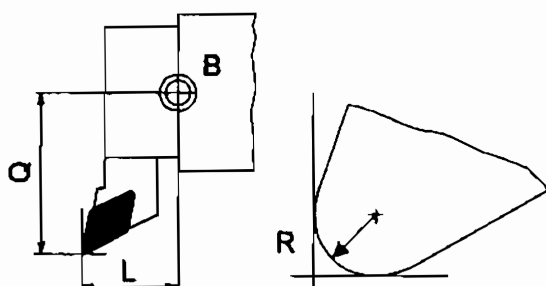
- Đế máy.
- Bàn trượt chữ thập.

- Giá đỡ máy chiếu.
- Bộ gá dụng cụ.

Tiếp theo, để đo các giá trị bù dụng cụ còn cần có thiết bị đo điện tử và bộ lưu trữ để trữ các dữ liệu, ví dụ, bán kính dao phay R và chiều dài L.

2. *Các bước đo và điều chỉnh dụng cụ*

Mục đích của các công việc này là xác định chính xác chiều dài L và chiều vươn ngang Q của dao tiện (xem hình 105), để có thể thông báo cho hệ điều khiển CNC các giá trị điều chỉnh tương ứng theo hướng X và Z.



B - điểm hiệu chỉnh dụng cụ

L - khoảng cách từ mũi cắt và điểm hiệu chỉnh dụng cụ cắt theo Z

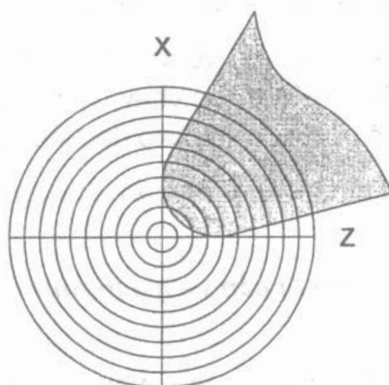
Q - khoảng cách giữa mũi cắt và điểm điều chỉnh dụng cụ theo X

***Hình 105.* Đo dao tiện**

Các bước đo một dao tiện bằng một thiết bị điều chỉnh trước dụng cụ được mô tả dưới đây:

- Kẹp dao tiện cần đo vào đầu revolve tương ứng với ổ dao.
- Bật máy và hiệu chuẩn máy đo và điều chỉnh dụng cụ.
- Đo dao tiện:

  - Với sự trợ giúp của tài liệu chỉ dẫn sử dụng máy, dịch chuyển băng máy với dao tiện cần đo theo hướng X và Z (xem hình 106).



Hình 106. **Chữ thập trong thị kính quang học của máy khi định vị chính xác mũi dao tiện**

- Mục đích của chuyển động dịch chuyển này là điều chỉnh chính xác lưỡi cắt dao tiện sao cho nó nằm đúng vào chữ thập trong thị kính quang học của máy đo.

- Bây giờ có thể đọc chiều dài L và chiều ngang Q của dao tiện trên bộ hiển thị của máy đo.

- Các giá trị này tương ứng với các giá trị điều chỉnh của dao tiện theo X và Z.

• Lưu trữ các giá trị điều chỉnh đo được:

- Giá trị điều chỉnh hoặc được tập hợp bằng tay thành bảng để sau đó có thể nhập vào máy CNC.

- Hoặc các giá trị được chuyển trực tiếp bằng đường dẫn dữ liệu giữa máy đo và hệ điều khiển CNC trong vận hành DNC.

• Tháo dao tiện

Dao tiện được tháo khỏi máy đo để có thể tiến hành đo các dụng cụ khác.

III. Đo và điều chỉnh với sự trợ giúp của máy CNC

1. Đo trực tiếp trên máy tiện CNC

Việc đo trực tiếp dụng cụ trên máy công cụ CNC cho tới nay chỉ mới thực hiện trên máy tiện CNC.

Khi đo dụng cụ trực tiếp, chi tiết được gia công với dao được kẹp bất kỳ (ví dụ: tiện trụ). Sau đó chi tiết được so với điểm zêrô máy M. Giá trị đo

được nhập vào bộ lưu trữ điều chỉnh dụng cụ của hệ điều khiển CNC.

Tiếp theo dao thứ hai được gá, xe dao đi tới đúng vị trí của dao thứ nhất và biên dạng chi tiết đã tiện được chạy lại. Từ vị trí thực mới của xe dao, hệ điều khiển tính giá trị điều chỉnh cho dao thứ hai.

Đo dụng cụ trực tiếp tốn nhiều thời gian, nhưng không tiêu hao thêm vật liệu.

2. *Xác định độ vênh giữa giá trị* ***cần*** *và giá trị* ***thực*** *bằng các phương tiện kỹ thuật khác nhau*

a) Đo dụng cụ qua dụng cụ chuẩn trên máy phay CNC

Một phương pháp đo dụng cụ thông dụng trên máy phay CNC là xác định độ dài khác nhau của các dao phay với trợ giúp của dao chuẩn. Sự bù bán kính của tất cả các dụng cụ đã được xác định trước và nhập vào hệ điều khiển CNC.

b) Các bước thực hiện

- Với dụng cụ thứ nhất, còn gọi là dụng cụ 0 (chuẩn), phay nhẹ vào một mặt phẳng trên chi tiết đã được kẹp. Giá trị Z đã đo được đặt là 0.

- Kẹp dụng cụ tiếp theo rồi rà cho tới khi dao cào nhẹ một vết nhỏ trên chi tiết. Vị trí Z thực tế với dấu có thể được nhập vào bộ lưu trữ bù. Như vậy, các giá trị bù chiều dài dụng cụ trở thành các giá trị sai lệch so với chiều dài của dụng cụ chuẩn.

- Quá trình này được lặp lại cho các dụng cụ.

c) Đo dụng cụ trên ống kính quang học của máy tiện CNC

Trong không gian làm việc của một số máy tiện CNC được trang bị một hệ thống quang học tại một điểm cố định, được nhận biết bởi máy. Tọa độ này được lưu trữ trong hệ điều khiển như là các tham số.

Dụng cụ cần đo được kẹp bất kỳ trong đầu revolve và sau đó lần lượt được dịch chuyển tới tâm chữ thập của thị kính quang học bằng một tay quay điện tử. Hệ điều khiển tính chiều vươn ngang Q cũng như chiều dài L mà không có thêm dữ liệu nào và sau đó lưu chúng vào bộ lưu trữ điều chỉnh dụng cụ.

Ưu và nhược điểm của việc đo dụng cụ trực tiếp trên máy CNC:

Ưu điểm	Nhược điểm
• Độ linh hoạt cao • Tổ chức sinh động vị trí làm việc bên máy • Tiết kiệm chi phí làm việc do không cần tới: - Máy điều chỉnh trước dụng cụ - Hệ thống giữ dụng cụ tốn kém	• Phải dừng máy CNC khi đo • Không đạt được độ chính xác cao

3. Luyện tập CNC

a) Làm việc với các giá trị điều chỉnh dụng cụ trong mô phỏng CNC

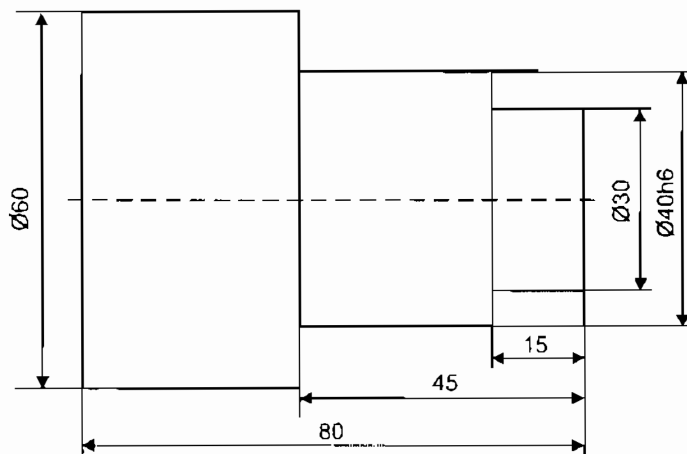
Trong phần mềm CNC người ta có thể sắp xếp một hay nhiều công tắc bù cho mỗi dụng cụ như trên máy công cụ CNC thật. Từ đó các giá trị điều chỉnh dụng cụ của mỗi dụng cụ được gọi ra.

b) Bài tập

Chi tiết trên hình 107 cần được tiện thô và tinh bằng dao tiện góc trái với sự trợ giúp của các công tắc bù đã được cài đặt. Nếu sử dụng dao tiện

T05 (dao tiện góc trái).

Các giá trị điều chỉnh dao, chiều vươn ngang Q và chiều dài L phải được nhập vào bộ lưu trữ giá trị điều chỉnh D25.



- Điều kiện:

Thiết lập mô phỏng CNC theo các dữ liệu thiết lập sau :
Cấu hình

Máy tiện MTS 6

Hệ điều khiển MTS 6

Phôi:

Hình trụ D=60; L=82 mm

Vật liệu

Khối lượng riêng: 7,9 g/cm^3

Trục chính mang phôi:

Mâm cặp SP 200

Trục bậc SP

Chiều dài kẹp E = 32

Mặt phải của phôi: Z+209,5

Dụng cụ: T05

- Các bước thực hiện, bảng 9.

Bảng 9

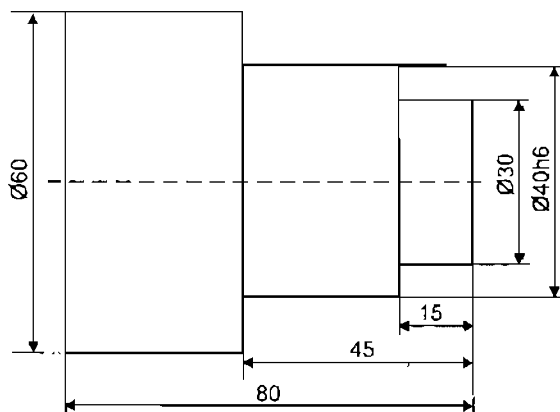
Số TT	Mô tả	Nhập dữ liệu
1	Gọi tiện CNC trong menu chính	tiện
2	Chọn thiết lập công nghệ	F3 cho hoạt động
3	Chọn menu bộ lưu trữ hiệu chỉnh	F4 dụng cụ, điểm zêrô phôi F3 trở về
4	Đặt bộ lưu trữ hiệu chỉnh bổ sung Nr. 25	Dùng phím viết "25" và với giá trị thay đổi xác nhận

Bảng 9 (tiếp theo)

Số TT	Mô tả	Nhập dữ liệu
		Điểm cắt: Z:+43.0 X:+60.5 Bán kính lưỡi cắt: R: 0.4 Kích thước: G:0.0 Góc nghiêng: E: 32.0 Bù: K: -0.4 I: -0.4 Góc phần tư Q3 được đặt tự động bởi MTS, nếu sau khi nhập các giá trị dùng phím mũi tên hoặc xác định lại một lần nữa Chỉ được chấp nhận khi ấn [F8]
5	Nhập dữ liệu cho bộ trữ hiệu chỉnh Nr. 25	Dùng phím ghi dữ liệu với [↑] hoặc [↓] chọn từng vùng nhập
6	Thoát khỏi menu dành cho bộ lưu trữ hiệu chỉnh	[F8] tiếp nhận [F8] trở về [F8] trở về [F8] trở về

Sau đó chương trình NC "TRỤC BẬC" có thể được mô phỏng chạy tự động hoặc chạy từng bước, hình 108.

Bản vẽ	Chương trình NC: TRỤC BẬC




```
N010  G90
N015  G54   X+000.000 Z+207.500
N020  F000.300   T0101   M04
N025  G96   S0180
N030  G92   S3000
N035  G00   X+062.000   Z+000.000
N040  G01   X-001.000        M08
N045  Z+002.000
N050  G00   X+120.000  Z+040.000 M0
N055  F000.300   T0525   M04
N060  G00   X+050.000  Z+002.000
N065  G01   Z-044.800        M08
N070  X+061.000
N075  G00   Z+002.000
N080  X+040.000
N085  G01   Z-044.800
N090  X+051.000
N095  G00   Z+002.000
N100  X+030.000
N105  G01   Z-014.800
N110  X+042.000
N115  G00   Z+002.000
N120  T0505   M04    F000.160
N125  G00   X+030.000
N130  G01   Z-015.000
N135  X+040.000
N140  Z-045.000
N145  X+062.000
N150  G00   X+120.000    Z+040.00
      M05  M09
N155  M30
```

Hình 108. **Chi tiết hoàn chỉnh**

4. Luyện tập ở xưởng

a) Làm việc với máy điều chỉnh trước dụng cụ

- Học viên cần tự xác định giá trị điều chỉnh cho dụng cụ trên máy điều chỉnh trước dụng cụ thật.

Để làm được việc đó, phải tuân thủ các bước thao tác cần thiết trong hướng dẫn vận hành của máy sẵn có.

b) Đo dụng cụ bằng ống kính quang học trên máy CNC

c) Xác định kích thước trực tiếp với hỗ trợ của máy CNC

Trên máy công cụ CNC hiện có, học viên cần tự đo các dụng cụ tiện - phay.

Tham khảo các bước thực hiện trong phần "Đo và điều chỉnh với hỗ trợ của máy CNC". Các bước vận hành trên máy công cụ CNC lấy từ tài liệu hướng dẫn vận hành tương ứng.

2.6. Hệ thống đo hành trình

I. Lượng tiến dao, điều khiển và hiệu chỉnh vị trí của các trục NC

Hệ điều khiển CNC có nhiệm vụ, bằng các lệnh của chương trình NC, tạo ra các chuyển động của dụng cụ hoặc bàn máy. Khi đó, các trục phải chạy tới các tọa độ đã lập trình trên một quỹ đạo và với tốc độ (tiến dao) cho trước với độ chính xác cao nhất.

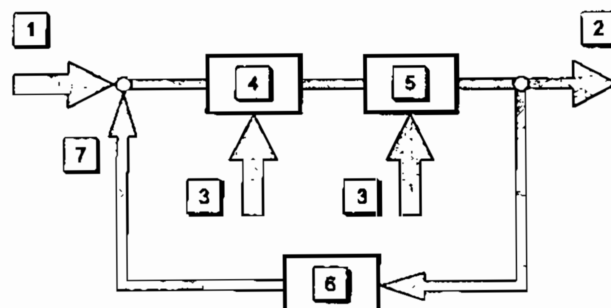
Vị trí không gian chính xác của các chi tiết chuyển động và điều khiển được phải được phản hồi về hệ điều khiển CNC tại từng thời điểm. Điều này do bộ đo vị trí thực hiện, các dữ liệu của nó được phản hồi theo mạch điều khiển kín cho vị trí (xem hình 109).

Trên máy công cụ CNC vị trí của bàn xe dao được đo liên tục. Từ sự thay đổi hành trình theo thời gian, hệ điều khiển CNC tính được vị trí quỹ đạo tức thời (giá trị thực) cũng như tốc độ hành trình và so sánh với hành trình đã được lập trình (giá trị cần).

Các yếu tố ảnh hưởng tới mạch điều khiển kín, ví dụ như lực gia công

cũng như lực ma sát và khe hở của băng máy được gọi là đại lượng nhiễu và được hiệu chỉnh bù (hệ điều khiển CNC).

Cứ khoảng 1/1000 giây hệ điều khiển đưa ra một giá trị cần về vị trí mới cho mạch điều khiển vị trí để nó điều khiển. Ở tần số chu kỳ cao, thông thường nó nhận được giá trị mới trước khi giá trị cần trước đó đạt được tần số nhịp. Hiện tượng này của mạch điều khiển vị trí được tạo ra do các điều kiện vật lý (ví dụ, lượng tiến dao quá nhanh) gây ra lỗi được gọi là "chậm trễ".



***Hình 109.* Mạch điều khiển vị trí kín**

1 *đại lượng vào (vị trí - giá trị cần);* 2 *đại lượng ra (vị trí - giá trị thực;*

3 *đại lượng nhiễu;* 4 *động cơ;* 5 *vít me bi;* 6 *thiết bị đo;*

7 *đại lượng ra (vị trí - giá trị thực).*

II. Phương pháp đo hành trình

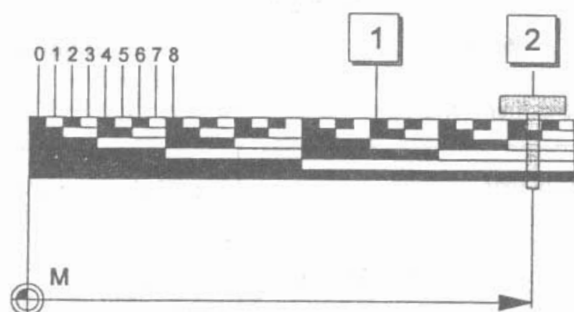
Để xác định vị trí tức thời của bàn xe dao (giá trị thực của mạch điều khiển vị trí) đã có sẵn hệ thống đo hành trình cho mỗi trục máy trên máy công cụ CNC. Tuỳ theo yêu cầu riêng của mỗi trục mà ứng dụng các phương pháp đo khác nhau.

1. Đo hành trình tuyệt đối và gia số

Khi đo hành trình tuyệt đối (xem hình 110) mỗi bước chia của thang đo mã hóa nhị phân biểu thị một giá trị số chính xác. Giá trị này tương ứng với vị trí chính xác của bàn máy đối với điểm zêrô máy M, có nghĩa là, ở mỗi thời điểm, vị trí tức thời của bàn máy được chuyển trực tiếp tới hệ điều khiển CNC. Khi sử dụng hệ thống đo hành trình tuyệt đối có nhược điểm là phạm

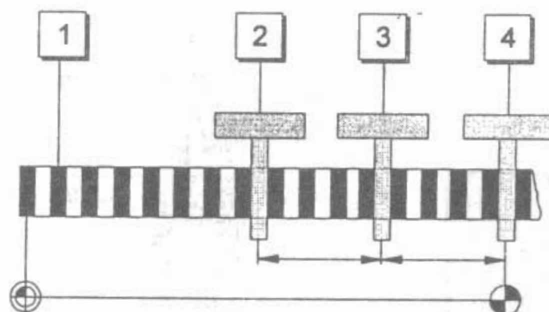
vi để đọc trên thước đo phải rộng như phạm vi làm việc, dẫn đến thước đo mã số nhị phân sẽ quá lớn và phức tạp về mặt kỹ thuật.

Khi đo hành trình gia số (xem hình 111) bàn máy dịch chuyển, thay đổi từ vùng sáng tới vùng tối của lưới vạch cho ra các xung đếm, chúng được hệ điều khiển CNC cộng tích luỹ cũng như trừ. Vị trí tức thời của bàn xe dao xác định từ hiệu số so với vị trí trước đó. Vì vậy, ngay sau khi khởi động máy thì bàn máy phải được di chuyển một lần đến điểm tuyệt đối, gọi là điểm tham chiếu, để hệ điều khiển có thể tính toán các tọa độ tuyệt đối.



***Hình 110.* Đo hành trình tuyệt đối**

1 *thang đo mã nhị phân* 2 *vị trí tức thời của bàn trượt*



***Hình 111.* Đo hành trình gia số**

1 *lưới vạch* 3 *vị trí tức thời của bàn trượt*

2 *vị trí trước của bàn trượt* 4 *bàn trượt tại điểm tham chiếu*

Thông thường, trong máy công cụ CNC người ta chỉ ứng dụng phương pháp đo hành trình gia số, vì việc dịch chuyển tới điểm tham chiếu có thể thực hiện bất cứ lúc nào.

Tuy vậy, trong dây chuyền hàn, thường dùng robot, khi di chuyển về điểm tham chiếu có thể xảy ra va chạm với chi tiết gia công, vì vậy trong trường hợp này phải ứng dụng đo hành trình tuyệt đối.

2. Luyện tập CNC

a) Dịch chuyển về vị trí tham chiếu

Các bước thực hiện cho trong bảng 10

Bảng 10

Số TT	Mô tả	Nhập dữ liệu
1	Gọi tiện CNC trong menu chính	tiện
2	Chọn thiết lập công nghệ	F3 cho hoạt động
3	Chọn chế độ dịch chuyển về điểm tham chiếu. Thông báo: cho trước trục dịch chuyển	F2 điểm tham chiếu
4	Chọn thứ tự các trục dịch chuyển	X trước tiên X- sau đó Z, hoặc Z trước tiên Z- sau đó, xác nhận
		Cả hai trục tự động chạy về điểm tham chiếu. Có thể đọc vị trí bằng tọa độ trục được hiển thị.
6	Thoát khỏi menu thiết lập công nghệ	F8 trở về

b) Dịch chuyển về vị trí tham chiếu khi phay CNC

Các bước thực hiện, bảng 11.

Bảng 11

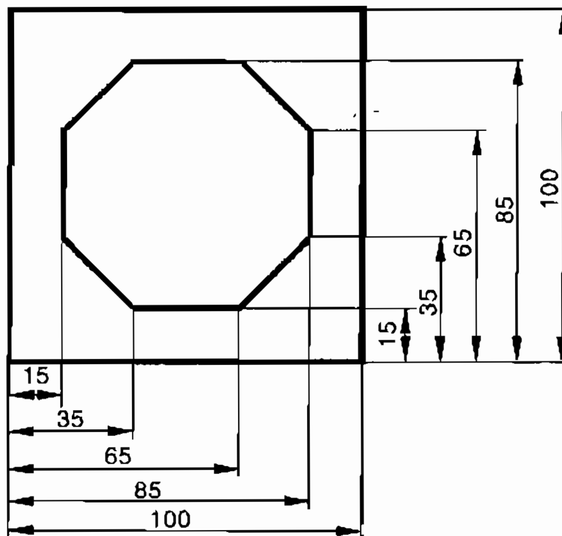
Số TT	Mô tả	Nhập dữ liệu
1	Gọi phay CNC trong menu chính	phay
2	Chọn thiết lập công nghệ	F3 cho hoạt động
3	Chọn chế độ dịch chuyển về điểm tham chiếu. Thông báo: cho trước trục dịch chuyển	F2 điểm tham chiếu
4	Chọn thứ tự các trục dịch chuyển	X 1. trục X-, 2.trục Y- sau đó trục Z, hoặc Y 1. trục Y-, 2 trục X- sau đó trục Z, hoặc Z 1. trục Z-, 2. trục X- sau đó trục Y;
		Cả hai trục tự động chạy về điểm tham chiếu. Có thể đọc vị trí bằng tọa độ trục được hiển thị
6	Thoát khỏi menu thiết lập công nghệ	F8 trở về

IV. Câu hỏi kiểm tra kiến thức "Cơ sở hình học" (bảng 12)

Bảng 12

1.	Nêu đặc điểm các chuyển động dịch chuyển khi tiện trong hệ tọa độ!
2.	Nêu đặc điểm các chuyển động dịch chuyển khi phay trong hệ tọa độ!

Bảng 12 (tiếp theo)

3.	Khi phay, hệ tọa độ cực được ứng dụng trong những trường hợp nào thì có lợi?
4.	Nêu hai ví dụ về các dạng điều khiển trên máy phay CNC!
5.	Trên máy phay CNC có các dạng điều khiển đường $2^1/_2$D khác nhau nào?
6.	Căn cứ vào đâu để giải thích những khả năng khác nhau của các điều khiển đường $2^1/_2$D?
7.	Thiết lập các điểm 0 và điểm gốc trên máy công cụ điều khiển số!
8.	Điểm zêrô phôi do người sử dụng xác định cần nằm ở đâu?
9.	Nêu ưu điểm của việc lập trình theo kích thước tuyệt đối!
10.	Vì sao đôi khi việc lập trình theo kích thước gia số lại cần thiết?
11.	Hãy tính kích thước chi tiết phay được cho theo kích thước tuyệt đối sang gia số: 

Bảng 12 (tiếp theo)

12. Nêu sự khác nhau cơ bản giữa nguyên tắc điều khiển hở và điều khiển kín?
13. Hãy giải thích điều khiển kín như một quá trình tác động!
14. Vì sao khi phay lại cần bù bán kính dao phay?
15. Các giá trị nào cần lưu ý khi bù dao phay?
16. Vì sao khi tiện lại cần bù bán kính mũi cắt?
17. Các giá trị nào cần lưu ý khi điều chỉnh dao tiện?
18. Hãy nêu ý nghĩa của góc phần tư làm việc của lưỡi dao tiện.
19. Hãy nêu các dạng đo dụng cụ cắt khác nhau!

Chương 3. Cơ sở công nghệ để gia công CNC

3.1. Hệ thống dụng cụ gia công trên máy tiện và máy phay CNC

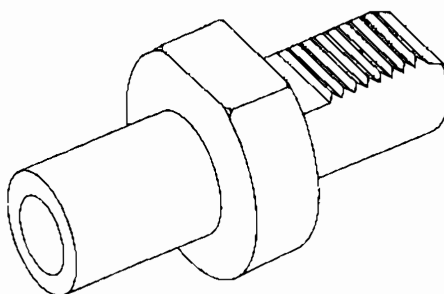
Ngược lại với máy công cụ thông thường, trên máy công cụ CNC người ta sử dụng các dụng cụ gia công CNC đặc biệt đạt các tiêu chuẩn sau.

- Năng suất cắt gọt cao hơn ngay cả khi tuổi bền cao.
- Thời gian thay đổi và hiệu chỉnh ngắn để có thể sản xuất lô nhỏ mà vẫn có hiệu quả kinh tế.
- Các dụng cụ gia công được tiêu chuẩn hoá và hợp lý hoá.
- Cải thiện khả năng quản lý dụng cụ gia công và sản xuất linh hoạt.

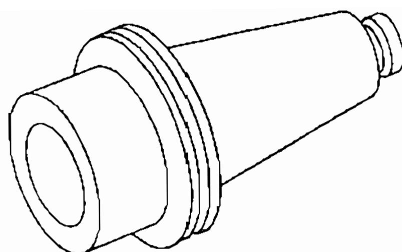
Dụng cụ gia công NC hoặc được để riêng lẻ từng chiếc một hoặc được tập hợp trên bộ giữ hoặc gá dao. Để đảm bảo thay đổi dụng cụ gia công nhanh và tốt, cán gá dụng cụ gia công được tiêu chuẩn hoá.

I. Gá dụng cụ gia công (kẹp dao)

Có nhiều dạng gá dụng cụ gia công riêng biệt được ứng dụng. Chúng được phân biệt với nhau ở phương pháp gia công. Đối với các dụng cụ tiện, chủ yếu dùng cán gá đuôi trụ có răng (xem hình 112) và đối với dụng cụ phay thường dùng cán gá đuôi côn (xem hình 113). Với cả hai dạng cán gá này đều có thể thay đổi dụng cụ tự động hoặc bằng tay.



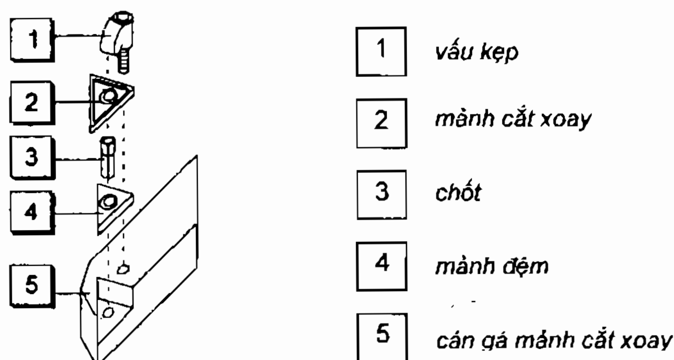
Hình 112. **Cán gá đuôi trụ có răng**



Hình 113. Cán gá đuôi côn

II. Cán dụng cụ gia công

Đa số dụng cụ tiện và phay được kết hợp từ nhiều bộ phận thành phần với nhau. Để sử dụng, người ta thường gắn các mảnh cắt xoay trên gá cặp (xem hình 114).



Hình 114. Ví dụ về hệ thống vấu kẹp

Những bộ phận chính của một dao tiện hiện đại gồm gá kẹp cũng như cán gá lưỡi cắt, cắt xoay và hệ thống kẹp của nó. Mảnh cắt xoay được đặt trên cán gá có hai gờ đỡ với một mảnh đệm ở giữa. Mảnh đệm làm nhiệm vụ đỡ lực cắt lớn và bảo vệ cán gá dao khỏi bị hỏng trong trường hợp mảnh cắt xoay có thể bị vỡ.

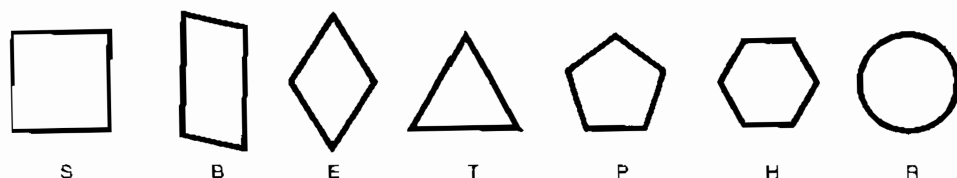
Do lực khi cắt gọt và lực li tâm khi phay có thể xuất hiện các nguy cơ: mảnh cắt xoay bị xé khỏi cán gá hoặc trượt lên bộ gá, nêu để cố định và định vị chính xác mảnh cắt xoay người ta cần sử dụng cơ cấu kẹp hoặc cơ cấu vít.

Mảnh cắt xoay và bộ gá kẹp được tiêu chuẩn hoá rộng rãi (DIN sổ tra cứu 40,5 xuất bản năm 1989 cũng như tiêu chuẩn ISO xem bảng 18).

III. Lưỡi cắt xoay bằng hợp kim cứng

Trong kỹ thuật CNC mảnh cắt xoay ngày càng được sử dụng rộng rãi do có tuổi bền cao và dễ thay đổi. Các mảnh cắt xoay có nhiều cạnh cắt, do đó khi một cạnh bị cùn có thể xoay hoặc chuyển lưỡi cắt sang cạnh khác.

Các mảnh cắt xoay làm từ hợp kim cứng hoặc vật liệu gốm (xem mục *vật liệu lưỡi cắt*). Chúng được chế tạo bằng phương pháp thiêu kết. Theo phương pháp này, bột kim loại được ép định hình và sau đó đem xử lý nhiệt, mảnh cắt xoay được chế tạo với giá cả hợp lý với nhiều dạng khác nhau (xem hình 115).



***Hình 115.* Các dạng mảnh cắt xoay**

Các mảnh cắt xoay được phân chia theo dạng cơ bản của chúng, góc, mũi cắt, cấp dung sai cũng như kiểu kẹp và các kích thước chính. Các ký hiệu chuẩn của một mảnh cắt xoay theo tiêu chuẩn ISO 1832/DIN-4987 được biểu diễn trong ví dụ trên hình 116.

Ký hiệu	Ví dụ	Mảnh cắt xoay ISO 1832 - ECMT 09 T3 08 FR - P1
Số tiêu chuẩn chính	DIN 4987	
1) Dạng cơ bản	E = hình thoi 75^0	
2) Góc sau	C = 7^0	
3) Cấp dung sai	M	
4) Bề mặt kẹp và đặc điểm kẹp	T = 60^0 Góc vát của bề mặt kẹp lỗ là 60^0	
5) Kích thước mảnh cắt xoay	Dài cạnh: 9,52mm	
6) Độ dầy mảnh cắt xoay	s = 3,9mm	
7) Bán kính mũi cắt	r = 0,8mm	
8) Đặc điểm lưỡi cắt	F = cạnh sắc	
9) Chiều cắt	R = bên phải	
10) Vật liệu lưỡi cắt	hợp kim cứng P10	

***Hình 116.* Ký hiệu mảnh cắt xoay**

Bảng 13. Tổng quan về tiêu chuẩn tra cứu mảnh cắt xoay - dụng cụ tiện

Số tiêu chuẩn ISO	Tiêu chuẩn DIN tương đương	Tên bộ phận	Năm phát hành
883	4968	Mảnh cắt xoay từ hợp kim cứng có góc lượn, không có lỗ, kích thước	1985
1832	4987 T1/T2	Mảnh cắt xoay cho dụng cụ cắt gọt; Ký hiệu	1985
3364	4988	Mảnh cắt xoay từ hợp kim cứng có góc lượn, với lỗ khoan hình trụ Kích thước	1985
5608	4983	Cán kẹp dao và cán kẹp dao ngắn cho mảnh cắt xoay Ký hiệu; Hệ thống ký hiệu	1980
5609	8025 T1/5	Cán kẹp dao tiện trong, với cán trụ, cho mảnh cắt xoay Kích thước	1985
5610	4984 T1/13	Cán kẹp dao cho mảnh cắt xoay Kích thước	1985
5611	4985 T1/12	Cán kẹp dao ngắn cho mảnh cắt xoay Kích thước	1981
5611/AAD1	E 4985 T1A1	Cán kẹp dao ngắn kiểm A, cho mảnh cắt xoay kích thước, Bổ sung 1; Mở rộng cho cán kẹp dao ngắn với kích thước h = 8mm	1986
6281	8024	Cán kẹp dao với cán trụ, để tiện trong, cho mảnh cắt xoay Ký hiệu	1984
6287/1	4967 T1	Mảnh cắt xoay từ hợp kim cứng với góc lượn và lỗ khoét. Phần 1. Kích thước của mảnh cắt xoay với góc sau 7^0	1983
DIS 6987/2	E 4967 T2	Mảnh cắt xoay từ hợp kim cứng với góc lượn và lỗ khoét. Phần 2. Kích thước của mảnh cắt xoay với góc sau 11^0	1986

IV. Luyện tập CNC

Thiết lập cán dao phay (dạng côn) ,bảng 14.

Bảng 14

Số TT	Mô tả	Nhập dữ liệu
1	Gọi phay CNC trong menu chính	F2 phay mặt đầu
2	Lựa chọn thiết lập công nghệ	F3 thiết lập phương thức
3	Menu Dụng cụ, lựa chọn điểm 0	F4 dụng cụ, dữ liệu
4	Lựa chọn menu Magazin	F2 thiết bị thay dao
5	Lựa chọn menu quản lý	F2 quản lý
6	Lựa chọn thiết lập cán gá	F5 thiết lập cán gá
7	Lựa chọn menu dữ liệu cho trước	F7 dữ liệu mặc định

Bảng 14 (tiếp theo)

Số TT	Mô tả	Nhập dữ liệu
8	Chọn dữ liệu cho trước đã có sẵn, ví dụ, SK40-MK2	[↑] hoặc/và chọn [↓] [F1] chọn tiếp với [F1] bấm [F8] để chọn
9	Gọi đồ họa trợ giúp	[F2] đồ họa trợ giúp

Bảng 14 (tiếp theo)

Số TT	Mô tả	Nhập dữ liệu
10	Nhập dữ liệu cho cán gá	Dùng bàn phím để ghi tên và dữ liệu gá ⭾ Chọn lựa từng vùng nhập bằng phím TAB
11	Nhập dữ liệu gá	F8 thiết lập cán gá
12	Thoát khỏi menu tạo lập gá	F8 trở về F8 thoát khỏi F8 thoát khỏi F8 thoát khỏi

3.2. Cấu tạo và sử dụng dao tiện cho gia công CNC

I. Các loại dao tiện và ký hiện theo ISO

Dụng cụ tiện, còn được gọi là dao tiện, có thể được phân loại theo các tiêu chí sau:

- Theo vật liệu lưỡi cắt:
    - Dao tiện với lưỡi cắt làm bằng thép gió.
    - Dao tiện với lưỡi cắt làm bằng hợp kim cứng.

- Dao tiện với lưỡi cắt làm bằng gốm.
- Dao tiện với lưỡi cắt làm bằng kim cương.

- Theo vị trí gia công:
  - Dao tiện để gia công ngoài.
  - Dao tiện để gia công trong.
- Theo hình dạng dao:
  - Dao thẳng.
  - Dao tiện đầu vát.
  - Dao tiện đầu cong.
  - Dao tiện đầu nhọn.
  - Dao tiện to bản.
- Theo vị trí lưỡi cắt chính:
  - Dao tiện trái.
  - Dao tiện phải.
  - Dao tiện giữa.

Bảng 15. Phân loại dao tiện

Vị trí gia công	Dao tiện	Dao tiện ren	Dao tiện rãnh	Dụng cụ khoan
Ngoài	Dao tiện góc (cắt phải)	Dao tiện ren ngoài (cắt phải)	Dao tiện rãnh ngoài	
	Dao tiện góc (cắt trái)	Dao tiện ren ngoài (cắt trái)		
	Dao tiện chép hình			
	Dao tiện ngoài (lưỡi cắt tròn)			
Trong	Dao tiện trong (trước tâm)	Dao tiện ren trong (trước tâm)	Dao tiện rãnh trong (trước tâm)	
Trong	Dao tiện trong (sau tâm)	Dao tiện ren trong (sau tâm)	Dao tiện rãnh trong (sau tâm)	
Trục			Dao khía rãnh trục	Mũi khoan tâm
				Mũi khoan xoắn
				Mũi khoan với các mảnh cắt

- Theo mục đích sử dụng, ví dụ,
    - Dao tiện rãnh.
    - Dao tiện góc.
    - Dao tiện ren.

Chi tiết về dao tiện được biểu diễn và mô tả trong tiêu chẩn tương ứng (DIN 4951 - 4965 và DIN 4971 - 4982 hoặc ISO 243, 504 cũng như 514).

Việc lựa chọn dao tiện thông dụng được sắp xếp trong bảng 20 theo phạm vi sử dụng. Các dao tiện này với toàn bộ các kích thước của chúng chứa trong quản trị dụng cụ của mô phỏng tiện.

Để mô phỏng với bộ mô phỏng MTS chúng có thể được gọi từ đó ra.

II. Vật liệu lưỡi cắt

Vật liệu lưỡi cắt dùng trong dụng cụ tiện chủ yếu là hợp kim cứng. Đối với mục đích tiện nhất định người ta còn sử dụng thép gió HSS, bề mặt cắt của nó phần lớn được phủ. Trong các trường hợp đặc biệt, người ta sử dụng vật liệu gốm (gốm cắt) làm mảnh cắt xoay, và cả kim cương công nghiệp khi cần thiết.

1. Thép gió

Thép gió là loại thép hợp kim HSS (High speed steel)- thép cắt nhanh. Loại thép này có độ dẻo cao nhờ vậy có độ bền va đập tốt. Tốc độ cắt cơ bản thấp hơn hợp kim cứng và vật liệu gốm cắt.

Thép gió được sử dụng để làm dụng cụ, ví dụ mũi khoan và doa, không cho phép dùng làm các mảnh cắt xoay cũng như để gia công chất dẻo nhiệt và kim loại nhẹ. Thường dụng cụ làm bằng thép gió được phủ một lớp chất titan nitrid TiN. Lớp phủ rất cứng màu vàng này làm tăng độ bền mài mòn và cho phép tăng tốc độ cắt.

2. Hợp kim cứng

Hợp kim cứng là vật liệu được thiêu kết bằng cách sử dụng vật liệu cứng, chất liên kết ở dạng các mảnh cắt xoay. Hợp kim cứng thường là cacbit-vonfram, cacbit-titan hoặc tantan-carbit. Chất liên kết được sử dụng là côban.

Hợp kim cứng cơ bản là cứng hơn thép gió. Nó có độ bền mài mòn rất cao và chịu được nhiệt độ gia công cao. Nhưng nó chịu đựng độ dao động nhiệt và tác động va đập kém hơn thép gió.

Hợp kim cứng có thể được phân loại theo nhóm chính cắt gọt và theo nhóm ứng dụng cắt gọt (DIN 4990 cũng như ISO/R513, xem bảng 16).

Bảng 16. Phạm vi sử dụng của hợp kim

Nhóm chính cắt gọt	Nhóm ứng dụng cắt gọt			
	Ký hiệu	Vật liệu gia công	Ứng dụng	Hiệu quả tăng/giảm
P Xanh	P01		Gia công tinh, Chất lượng bề mặt cao	Độ bền mài mòn cao Tốc độ cắt cao ↕
	P10		Gia công tinh Tốc độ cắt cao	
	P20	Thép		
	P30	Thép đúc	Tốc độ cắt trung bình	
	P40	Gang dẻo		
	P50		Gia công thô Cắt gián đoạn	Độ nhớt cao Lượng tiến dao nhanh
M Vàng	M10	Thép	Gia công tinh Tốc độ cắt cao	Độ bền mòn cao Tốc độ cắt cao ↕
	M20	Thép kết cấu	Tốc độ cắt trung bình	
	M30	Gang		
	M40	Kim loại màu	Gia công thô Cắt gián đoạn	Độ nhớt cao Lượng tiến dao nhanh
K Đỏ	K01	Gang cứng	Gia công tinh	Độ bền mài mòn cao Tốc độ cắt cao
	K10	Gang		↕
	K20	Gang dẻo		
	K30	Nhựa		Độ nhớt cao Lượng tiến dao nhanh
	K40	Gỗ	Gia công thô Cắt gián đoạn	

Có thể tăng độ bền mài mòn của hợp kim cứng bằng phủ. Có thể phủ nhiều lớp bằng titannitrid, cacbittitan và ôxitnhôm trong chân không ở nhiệt độ 1000^0.

3. Vật liệu cắt bằng gốm

Dao cắt được làm bằng vật liệu gốm sẽ cứng hơn hợp kim cứng, cho phép làm việc tới nhiệt độ 1200^0C. Chúng rất giòn và nhạy cảm đối với sự dao động của lực cắt. Dao cắt bằng gốm được chế tạo dưới dạng mảnh cắt xoay và được kẹp trên cán dao giống như hợp kim cứng.

Vật liệu gốm được sử dụng trong điều kiện cắt ổn định, không cần tưới dung dịch trơn nguội. Tốc độ cắt còn cao hơn hợp kim cứng, đặc biệt thích hợp để gia công vật liệu sắt vì không tạo ra hiện tượng lẹo dao. Không thích hợp để cắt hợp kim nhôm.

Trong ứng dụng có thể phân vật liệu gốm thành 3 nhóm sau:

- Vật liệu gốm ôxit
- Vật liệu gốm hỗn hợp
- Vật liệu gốm nitrit

Gốm ôxit (Al_2O_3) nguyên chất được gọi là vật liệu gốm ôxit, chúng không có liên kết kim loại. Đặc biệt thích hợp để cắt vật liệu sắt vì có độ bền mài mòn cao.

Đối với vật liệu gốm hỗn hợp, người ta cho thêm vào Al_2O_3 các chất làm cứng, ví dụ như cacbit-titan. Gốm hỗn hợp được sử dụng để tiện gang xám hoặc thép cũng như cắt kim loại sắt cứng.

Gốm nitrid được chế tạo trên cơ sở silio-nitrid Si_3N_4. Vật liệu cắt không gỉ này có độ dai va chạm cao và ít nhạy cảm đối với dao động của nhiệt. Nhược điểm là độ mài mòn cao khi cắt thép. Gốm nitrid được dùng để gia công gang xám.

4. Kim cương

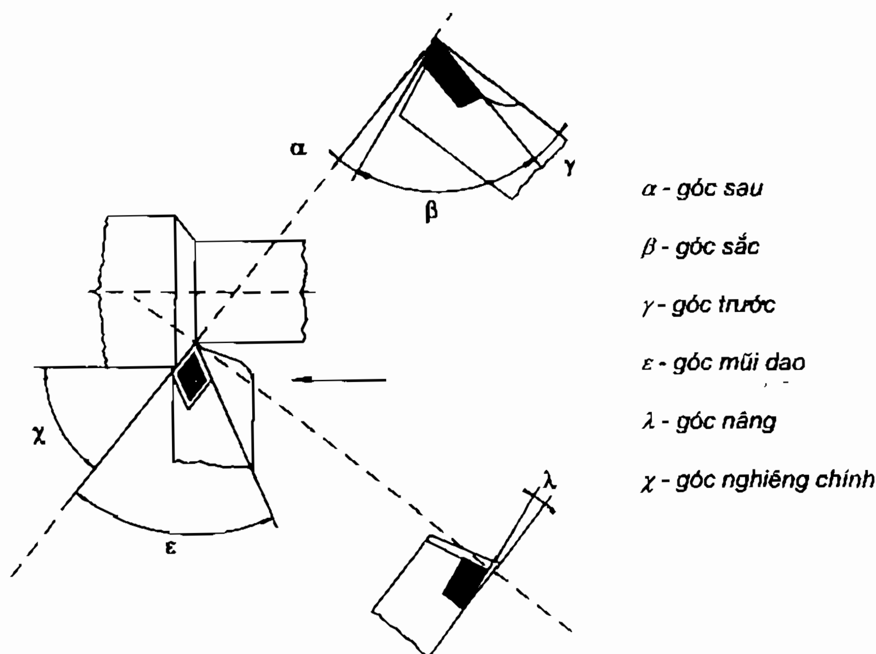
Kim cương cứng hơn tất cả các loại vật liệu khác. Nó đặc biệt nhạy cảm đối với va đập, tuy nhiên không tạo ra hiện tượng lẹo dao khi gia công.

Kim cương được sử dụng để cắt kim loại màu và hợp kim của chúng, cũng như để cắt vật liệu composit (GFK, CFK), hợp kim cứng và vật liệu gốm.

Kim cương không thích hợp để cắt thép. Bởi vì nó bị mòn rất nhanh do nguyên tử cacbon của kim cương chuyển sang sắt (mòn khuyếch tán).

III. Thông số hình học của lưỡi cắt

Tuỳ từng trường hợp gia công cần có dạng hình học của lưỡi cắt tương ứng. Chỉ có vậy mới có thể đạt được thời gian gia công ngắn tối ưu, tuổi thọ dài và chất lượng bề mặt gia công cao. Vì vậy các góc lưỡi cắt của dao có ý nghĩa quyết định đối với điều này (xem hình 117).



Hình 117. **Thông số hình học dao tiện**

Góc sau α: góc sau cần để làm giảm ma sát và qua đó giảm nhiệt của lưỡi cắt và chi tiết gia công.

Góc sắc β: độ lớn của góc sắc phụ thuộc vào độ cứng và độ bền của chi tiết gia công. Góc sắc càng nhỏ thì cắt càng nhẹ nhưng độ mòn lưỡi cắt càng lớn và tuổi bền càng thấp.

Góc trước γ: góc trước ảnh hưởng đến sự tạo phoi và lực cắt. Góc trước càng lớn thì lực cắt càng nhỏ, nhưng nguy cơ lưỡi cắt bị gẫy và mòn càng cao. Đối với vật liệu rắn và cứng trung bình cần có góc trước khoảng 10^0. Ngược lại, vật liệu cứng và giòn đòi hỏi góc trước nhỏ thậm chí là góc âm.

Góc nghiêng chíng χ: góc nghiêng chính ảnh hưởng trước hết đến lực tiến dao, lực kẹp chi tiết cũng như chiều dầy và chiều rộng cắt. Đối với tỷ lệ cắt ổn định người ta thường chọn góc nghiêng chính từ 30^0 tới 60^0. Chỉ khi tiện trục nhỏ hoặc tiện bậc thang người ta mới chọn góc nghiêng chính là 90^0.

Góc nâng λ: thường chọn góc nâng âm khi tiện thô và dương khi tiện tinh. Khi góc nâng âm mũi cắt sẽ chịu tải ít hơn. Khi góc nâng dương sẽ tăng khả năng bẻ phoi cho chi tiết gia công.

Góc mũi dao ε: góc mũi dao càng lớn lưỡi cắt càng vững và thoát nhiệt càng tốt.

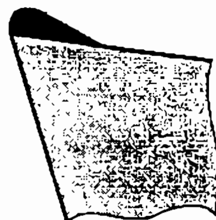
IV. Mòn và tuổi bền của dao

Khi tham gia gia công thì dụng cụ (hình 118) bị mài mòn. Nguyên nhân là do ma sát khi gia công, sự khuyếch tán ở nhiệt độ cao cũng như tác động của phoi tách ra.

Do nhiệt độ cao ở mũi cắt, có thể có các mẩu kim loại nhỏ bám chặt trên bề mặt cắt và hình thành lẹo dao (xem hình 119).



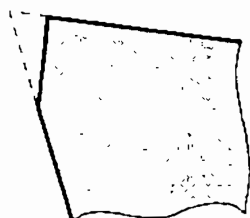
Hình 118. **Dao tiện mới**



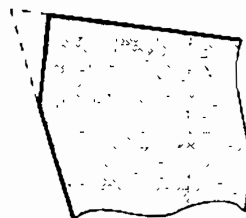
Hình 119. **Lẹo dao**

Trong quá trình cắt luôn có một phần vật liệu tách khỏi dao tiện. Do đó theo thời gian, dạng hình học của lưỡi cắt bị thay đổi. Tuỳ theo việc lựa chọn góc lưỡi cắt mà xuất hiện các dạng mài mòn khác nhau (các hình 120 ÷ 123).

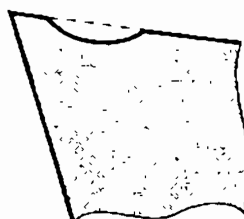
Do sự mài mòn này trên dụng cụ, theo thời gian chất lượng bề mặt gia công và mức độ đảm bảo kích thước gia công giảm xuống. Tuổi bền của dụng cụ đạt được khi chất lượng gia công yêu cầu và dung sai cho phép không còn giữ được nữa.



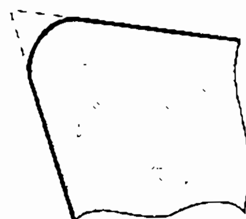
Hình 120. **Mòn mặt sau**



Hình 121. **Mòn mặt trước**



Hình 122. **Mòn lõm mặt trước**



Hình 123. **Bị tròn cạnh**

Tuổi bền là thời gian mà lưỡi cắt còn đáp ứng được các yêu cầu sau khi cắt gọt:

- Tạo được chất lượng bề mặt mong muốn.
- Đảm bảo kích thước trong dung sai cho phép.

Khi đạt được tuổi bền cần phải thay hoặc mài lại dụng cụ. Khi sử dụng mảnh cắt xoay có thể xoay hoặc thay mới. Trước khi sử dụng các dụng cụ này cần tiến hành đo lại dao.

V. Các thông số (chế độ) cắt

Tiện là phương pháp gia công cắt gọt với chuyển động cắt quay tròn, chuyển động tiến dao bất kỳ so với hướng cắt. Chủ yếu chuyển động cắt được thực hiện nhờ chuyển động quay của chi tiết v_c và chuyển động tiến của dụng cụ cắt v_f phối hợp đan xen nhau và tạo nên quá trình gia công liên tục, hình 124.

1. Tốc độ cắt v_c

Chuyển động cắt là chuyển động giữa dụng cụ cắt và chi tiết gia công, chỉ tác động tách phoi một lần trong một vòng quay mà không có chuyển động tiến dao, tốc độ cắt được viết tắt là v_c theo m/phút.

Thông thường tốc độ là quãng đường s đi được trong một đơn vị thời gian t nhất định và được tính theo công thức sau:

$$v = \frac{s}{t} \qquad \text{(quãng đường/thời gian)}$$

Quãng đường s đi được đối với một vòng quay của chi tiết có thể được tính bằng đường kính d của chi tiết ở đầu dao nhân với hằng số π:

$$s = \pi.d \qquad \text{(m)}$$

Đơn vị thời gian t để tính tốc độ cắt là 1 phút. Do vậy tốc độ cắt v_c tính theo công thức sau:

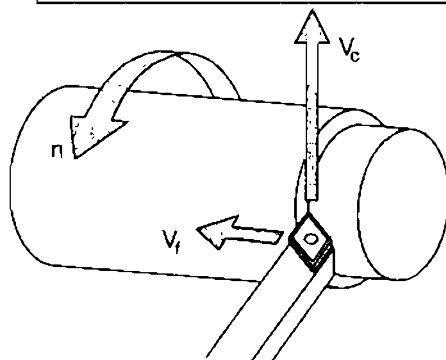
$$v_c = \frac{\pi.d}{t} \qquad \text{(m/phút)}$$

Số vòng quay của chi tiết gia công trong 1 phút là số vòng quay n (vòng/phút). Thời gian t cho một vòng quay là:

$$t = \frac{1}{n} \qquad \text{(phút)}$$

Từ đó ta có thể tính tốc độ cắt v_c theo công thức sau:

$v_c = \pi.d.n$	(m/phút)



n - số vòng quay (vòng/phút);

v_f - tốc độ tiến dao (mm/vòng);

v_c - tốc độ cắt, $v_c = \pi.d.n$ (m/phút).

***Hình 124**.* **Thông số cắt khi tiện**

2. Tốc độ tiến dao v_f

Chuyển động tiến dao kết hợp với chuyển động cắt cho phép tách phoi liên tục trong nhiều vòng quay. Tốc độ tiến dao v_f được tính theo mm/phút.

Thông thường người ta sử dụng lượng tiến dao f (mm/vòng). Lượng tiến dao f là quãng đường mà dao tiện dịch chuyển theo hướng tiến dao khi trục thực hiện một vòng quay. Do đó:

$$v_f = n.f \qquad \text{(mm/phút)}$$

Đối với mỗi loại gia công tiện đòi hỏi một lượng tiến dao nhất định. Trong mối tương quan với số vòng quay n của trục, nó xác định thời gian gia công cho mỗi quãng đường dịch chuyển. Độ lớn của nó có ảnh hưởng đáng kể tới lực cắt tối ưu, chất lượng bề mặt được thực hiện.

3. Độ lớn lớp cắt

Tiết diện cắt A mô tả tiết diện vật liệu được cắt với một lần cắt (xem hình 125). Độ lớn của nó ảnh hưởng quyết định tới lực cắt sinh ra.

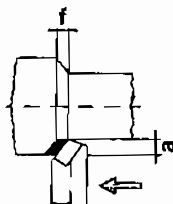
Không quan tâm tới bán kính lưỡi cắt, tiết diện cắt A (mm^2) bằng tích chiều sâu cắt a và lượng tiến dao f. Chiều sâu cắt a là chiều sâu mà dụng cụ ăn vào vật liệu, là giá trị được điều chỉnh bổ sung từ lần cắt này sang lần cắt khác.

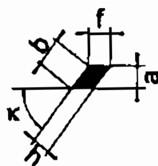
$$A = a.f \qquad mm^2$$

Với góc nghiêng chính κ cho phép ta tính được chiều rộng b và chiều dầy h của lớp cắt.

$$b = \frac{a}{\sin\kappa} \qquad mm$$

$$H = f.\sin\kappa \qquad mm$$





a - chiều sâu cắt

f - lượng tiến dao sau 1 vòng quay

κ - góc nghiêng chính

b - chiều rộng cắt

h - chiều dày cắt

***Hình 125.* Các đại lượng cắt**

Các giá trị cắt sau đây phải được chọn khác nhau theo từng ứng dụng cụ thể và được điều chỉnh trên máy tiện:

- Tốc độ cắt v_c
- Lượng tiến dao f
- Chiều sâu cắt a

Điều này đòi hỏi có rất nhiều kinh nghiệm. Để trợ giúp, có thể sử dụng các bảng tra cứu các thông số cắt, phụ thuộc vào vật liệu gia công và vật liệu lưỡi cắt.

VI. Ví dụ tính toán các thông số công nghệ cho gia công CNC

1. Công thức tính tốc độ cắt v_c

$v_c = \pi.d.n$	m/phút

Ví dụ 1: tính tốc độ cắt khi tiện trơn, nếu đường kính chi tiết là 60 mm và số vòng quay là 1500 vòng/phút?

Giả thiết: d = 60 mm

n = 1500 vòng/phút

Tính: v_c (m/phút)

Ta có: $v_c = \pi.d.n$

$v_c = \pi.0,06.m.1500$ vòng/phút

Kết quả: $v_c = 283$ m/phút

Ví dụ 2: tính số vòng quay, nếu với tốc độ cắt này trên cùng chi tiết nhưng đường kính được gia công nhỏ nhất là 12 mm?

Giả thiết: $v_c = 283$ m/phút

d = 12 mm

Tính: n vòng/phút

Ta có: $v_c = \pi.d.n$

hay:

$$n = \frac{v_c}{\pi.d}$$

$$n = \frac{283m}{\pi.phút.0,012m}$$

Kết quả: n = 7511 vòng/phút

2. Thay dao tiện

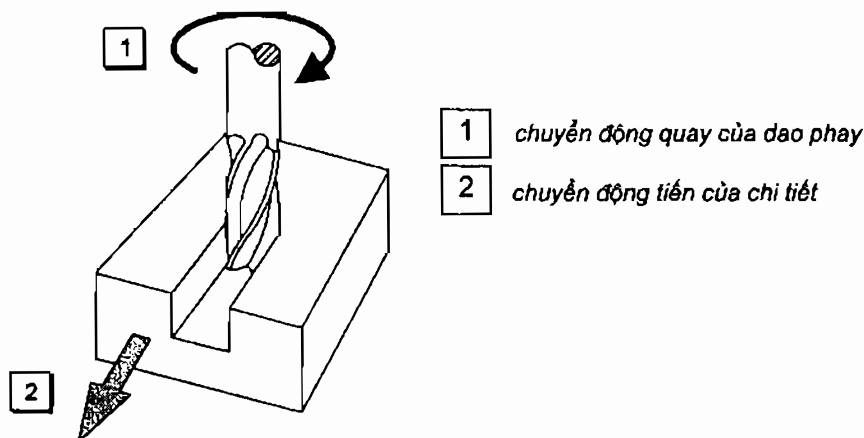
Các bước để thay đổi dao tiện đã hiện hữu tương tự như thiết lập một dao tiện mới nhưng chỉ cần thực hiện tới bước thứ 5.

Trong bước thứ 5 phải bấm F2 (thay đổi dụng cụ).

3.3. Cấu tạo và sử dụng dao phay trong gia công CNC

I. Phay và phương pháp phay

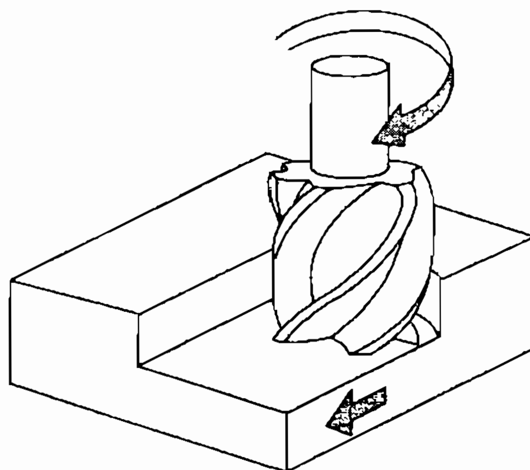
Phay là phương pháp gia công tách phoi với lưỡi cắt có dạng hình học nhất định, trong đó dụng cụ cắt thực hiện chuyển động chính quay tròn và chuyển động tiến cũng như chuyển động đạt độ sâu cắt thông thường do chi tiết gia công thực hiện (xem hình 126).



Hình 126. **Phay**

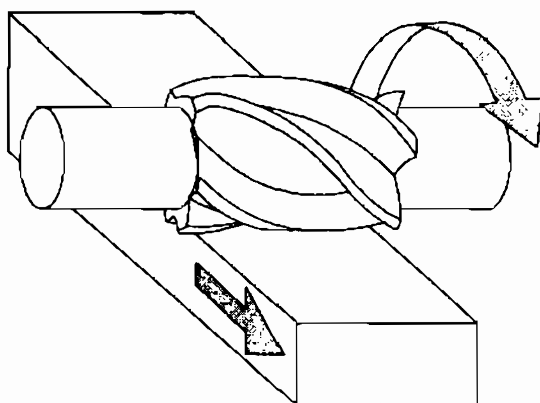
Người ta phân chia phương pháp phay theo vị trí của trục phay đối với chi tiết gia công, nghĩa là phay mặt đầu và phay mặt trụ.

Đối với **Phay mặt đầu**, trục dao phay thẳng góc với bề mặt gia công (xem hình 127). Bề mặt chi tiết được tạo ra bởi các lưỡi cắt chính. Các lưỡi cắt phụ làm cho bề mặt chi tiết bóng thêm.



Hình 127. **Phay mặt đầu**

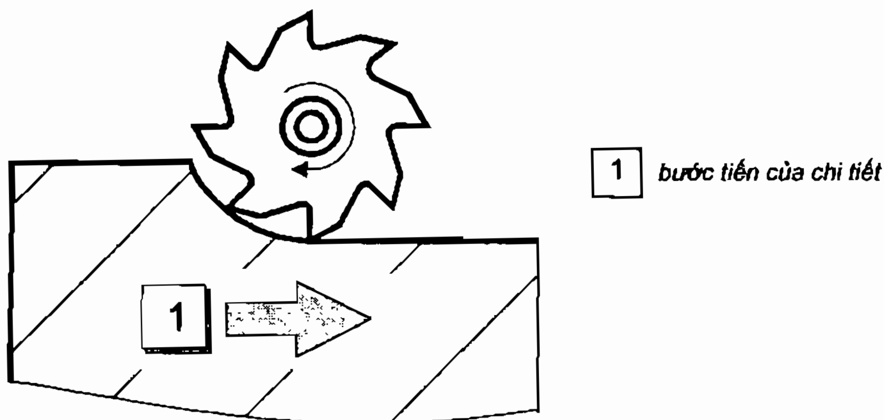
Đối với **Phay mặt trụ**, trục dao phay được đặt song song với bề mặt gia công (xem hình 128). Dao phay gia công bề mặt chi tiết bằng các lưỡi cắt chính (lưỡi cắt thuộc mặt trụ). Ngoài ra phương pháp này còn được phân biệt giữa phay thuận và phay nghịch.



Hình 128. **Phay mặt trụ**

Để phân biệt phay thuận và phay nghịch xem hình 129 và 130.

Đối với **phay nghịch** chiều quay của dao phay ngược với chiều tiến của chi tiết gia công (xem hình 129).



Hình 129. **Phay nghịch**

Lưỡi cắt của dao phay bắt đầu với chiều dầy phoi bằng 0. Trước khi cắt phoi, lưỡi dao phay trượt cho tới khi đạt được độ dầy tối thiểu để tạo phoi.

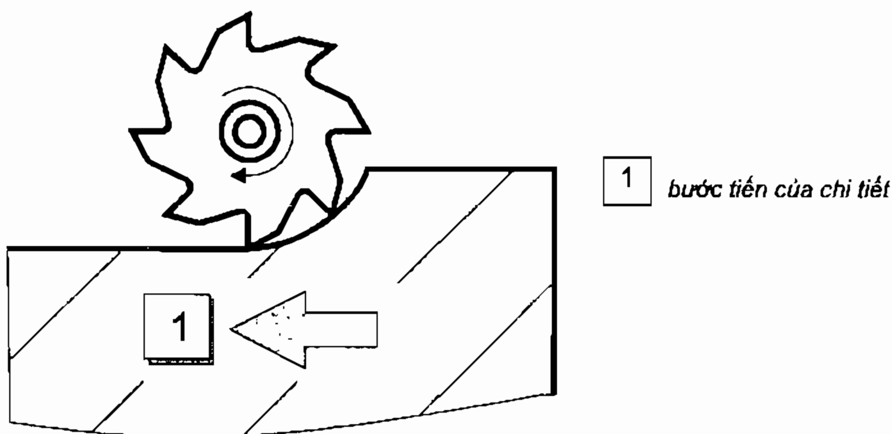
Ma sát sinh ra khi trượt làm cho mặt sau của lưỡi cắt bị mài mòn lớn và làm chai cứng bề mặt chi tiết gia công. Nó làm cho tuổi thọ của dao ngắn lại so với phay thuận.

Phay nghịch phù hợp với gia công chi tiết có bề mặt cứng (như gang), vì bề mặt cứng được cắt từ phía trong ra.

Đối với **phay thuận** chiều quay của dao phay cùng chiều tiến của chi tiếy (xem hình 130).

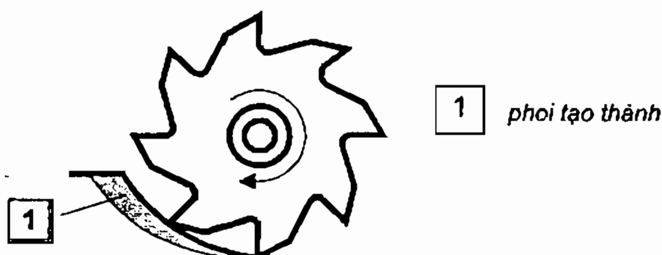
Răng của dao phay ăn vào chi tiết ngay ở độ dầy phoi lớn nhất. Do các lưỡi dao phay bị va đập nên truyền động tiến cần phải không có khe hở. Bao giờ cũng có nhiều răng dao cùng gia công.

Bề mặt được phay thuận thường phẳng và bóng hơn. Ngược lại với phay nghịch, cùng tuổi thọ của lưỡi cắt, ở phay thuận tốc độ cắt và bước tiến có thể đạt cao hơn.



Hình 130. **Phay thuận**

Trong tất cả các phương pháp phay, lưỡi dao luôn luôn cắt gián đoạn. Do hành trình cắt, các phoi tạo thành có hình dấu phẩy với độ dày thay đổi, (hình 131).



Hình 131. **Phoi phay**

II. Các loại dao phay và ký hiệu theo ISO

Dao phay có thể được phân loại theo các tiêu chí sau:

- Theo loại vật liệu được gia công
    - Dao kiểu N (cho thép thường).
    - Dao kiểu H (cho vật liệu mềm, cắt có phoi dài).
    - Dao kiểu W (cho vật liệu cứng, cắt có phoi ngắn).
- Theo vật liệu lưỡi cắt

- Dao có lưỡi cắt làm bằng thép gió.
- Dao có lưỡi cắt làm bằng hợp kim cứng.
- Dao có lưỡi cắt làm bằng gốm.
- Dao có lưỡi cắt làm bằng kim cương.

• Theo loại cán gá
  - Dao phay trụ mặt đầu.
  - Dao phay ngón.

• Theo hình dạng dao, ví dụ:
  - Dao phay rãnh T.
  - Dao phay đĩa.
  - Dao phay định hình.

• Theo dạng răng dao phay
  - Dao phay răng nhọn.
  - Dao phay hớt lưng.

Chi tiết về dao phay được biểu diễn và mô tả trong các tài liệu kỹ thuật của nhà chế tạo và trong các tiêu chuẩn tương ứng (DIN hoặc ISO).

Lựa chọn dao tuỳ theo phạm vi sử dụng như chỉ dẫn trong bảng 23.

Bảng 17. Phân loại dao dùng cho máy phay

Dạng tiêu chuẩn	Dao phay ngón		
	Dao phay trụ		
	Dao phay mặt đầu		
Mũi khoan	Mũi khoan định tâm	Mũi khoan	Tarô ren
		Mũi khoan hợp kim	Dao doa
		Khoan bậc	
Dạng đặc biệt	Dao phay đầu cầu	Phay góc (dạng A)	Dao phay cung lồi
	Phay rãnh T	Phay góc (dạng B)	Phay đĩa

Tất cả các dao phay này cùng với dữ liệu được lưu trong menu quản lý dụng cụ của mô phỏng hay CNC của hãng, chúng có thể được gọi ra khi cần mô phỏng. Tuỳ theo yêu cầu của người sử dụng, các dụng cụ cắt trong gia công phay có thể được thay đổi hoặc mở rộng.

III. Vật liệu lưỡi cắt

Trong quá trình phay các lưỡi cắt không tham gia cắt liên tục. Ngược lại với tiện, ở phay quá trình cắt gián đoạn với tiết diện phoi không đều. Do vậy, lưỡi cắt chịu một tác động va đập lớn. Vật liệu lưỡi cắt cần có độ dẻo cao và độ bền chịu nhiệt cao.

Ngày nay, trên máy phay CNC, phần lớn người ta sử dụng dao phay với các lưỡi cắt bằng hợp kim cứng. Đối với các dao phay nhỏ, các lưỡi cắt hợp kim cứng được hàn vẩy, hoặc làm từ thép gió HSS được phủ.

1. Thép gió

Thép gió là loại thép qua luyện kim cao, dùng làm dụng cụ. Nó có độ dẻo cao và vì vậy chịu bền va đập tốt. Tốc độ cắt thường thấp hơn hợp kim cứng hoặc gốm.

Thép gió được sử dụng làm mũi khoan, dao phay nhỏ và dụng cụ cắt có hình dạng phức tạp (dao phay profil). Dao phay từ thép gió dùng để gia công các vật liệu có độ bền thấp, khi phay profil và phay với vận tốc cắt nhỏ.

2. Hợp kim cứng

Hợp kim cứng là vật liệu được thiêu kết ở dạng mảnh cắt xoay với việc sử dụng vật liệu cứng và chất liên kết. Do tăng thành phần chất liên kết trong chế tạo độ dẻo được nâng lên. Nhờ có độ cứng cao và độ bền mài mòn cao, hợp kim cứng đã được ứng dụng rộng rãi trong phay. Độ bền mài mòn của hợp kim cứng còn có thể nâng lên nữa bằng cách phủ titan-nitrid, titan-carbid hoặc ôxit nhôm.

Mảnh cắt bằng hợp kim cứng được hàn hay bắt vít vào dao phay.

3. Gốm cắt

Vật liệu cắt bằng gốm hiếm khi được sử dụng trong phay, vì nó rất ròn và nhậy cảm với sự dao động của lực cắt. Tuy nhiên, do độ cứng cao, ôxit nhôm được sử dụng để gia công tinh gang cứng và thép đã tôi cứng cũng như silic-nitrid khi phay gang xám. Cả hai vật liệu lưỡi cắt này khi gia công không cần phải tưới dung dịch trơn nguội.

Vật liệu gốm cắt, cũng giống như hợp kim cứng, được chế tạo thành những mảnh cắt xoay.

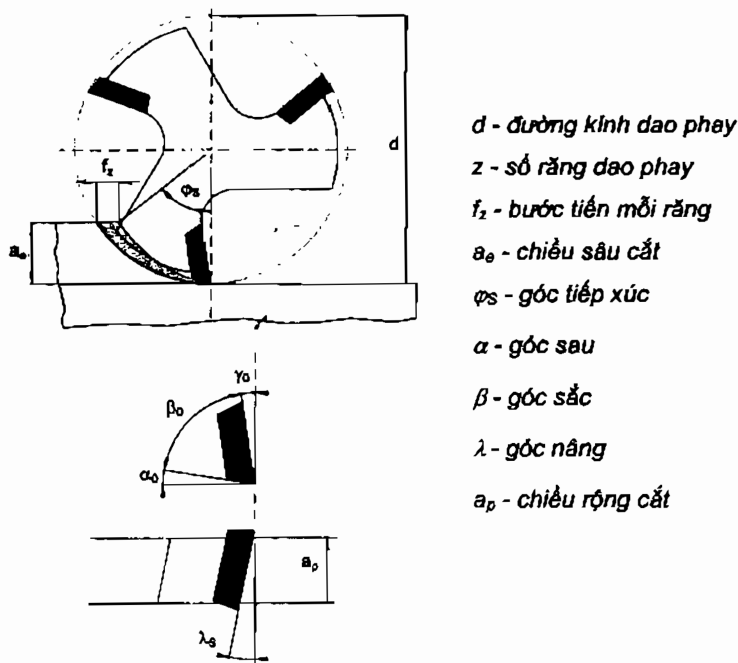
4. Kim cương

Mảnh cắt xoay bằng kim cương tinh thể tổng hợp (PKD) được sử dụng để gia công kim loại mầu và composite (GFK, CFK). Nhờ độ cứng cao của kim cương, tốc độ cắt có thể đạt cao gấp đôi với tuổi thọ gấp hơn mười lần so với dao hợp kim cứng.

Kim cương không phù hợp để cắt thép. Trong trường hợp này nó sẽ bị mòn rất nhanh vì nguyên tử cacbon của kim cương dịch chuyển sang sắt (hiện tượng mài mòn khuyếch tán).

IV. Thông số hình học của lưỡi cắt dao phay

Ngược lại với tiện, dao phay có nhiều lưỡi cắt (xem hình 132). Đặc điểm của phay là cắt không liên tục, vì mỗi lưỡi cắt chỉ tham gia cắt một đoạn.



Hình 132. **Thông số hình học dao phay**

Góc sau α: góc sau làm giảm ma sát do vậy làm giảm nhiệt độ cắt giữa lưỡi cắt và chi tiết.

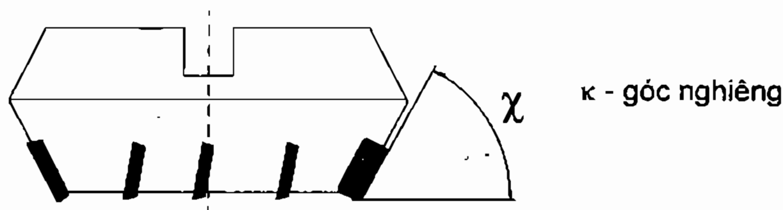
Góc sắc β: độ lớn của góc sắc phụ thuộc vào độ cứng và độ bền của chi tiết gia công. Góc sắc càng nhỏ thì cắt càng nhẹ, nhưng độ mài mòn của lưỡi cắt càng lớn và tuổi thọ của lưỡi cắt càng thấp.

Góc trước γ: góc trước ảnh hưởng tới sự tạo phoi và lực cắt. Góc trước càng lớn thì lực cắt càng nhỏ, nhưng nguy cơ gẫy và độ mài mòn của lưỡi cắt (do bị mẻ) càng lớn.

Góc tiếp xúc φ_S: góc tiếp xúc cho biết hành trình của dao cắt so với chu vi. Góc tiếp xúc phụ thuộc vào độ lớn của chiều sâu cắt.

Góc nâng λ: độ lớn của góc nâng ảnh hưởng tới quá trình cắt vào chi tiết và thoát dao ra. Dao cắt thích hợp sẽ bước vào quá trình cắt một cách từ từ, giúp cho dụng cụ cắt chạy êm.

Trong gia công phay bằng dao phay mặt đầu việc bố trí góc nghiêng χ đóng vai trò quan trọng (xem hình 133). Góc nghiêng χ là góc giữa lưỡi cắt chính và bề mặt gia công.



***Hình 133.* Góc nghiêng χ của dao phay mặt đầu**

Khi sử dụng góc nghiêng 90^0 sinh ra lực hướng tâm lớn nhất. Việc lựa chọn này chỉ để gia công biên dạng vuông góc. Cho các công việc phay thông thường, thích hợp nhất là góc nghiêng 75^0 hoặc 60^0. Góc nghiêng $\chi = 45^0$ thích hợp cho vật liệu cho phoi dài.

Khi sử dụng chủ yếu các mảnh cắt hợp kim cứng cần lưu ý hai góc cắt, được đo với trợ giúp của các đường chuẩn:

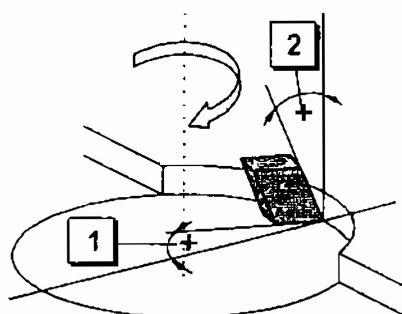
- Góc cắt hướng tâm (đường chuẩn đi qua đường tâm dao phay).
- Góc cắt hướng trục (đường thẳng chuẩn song song với trục dao phay).

Trong trường hợp phay mặt phẳng với một dao phay mặt đầu răng chắp thường sử dụng phối hợp như sau, hình 134:

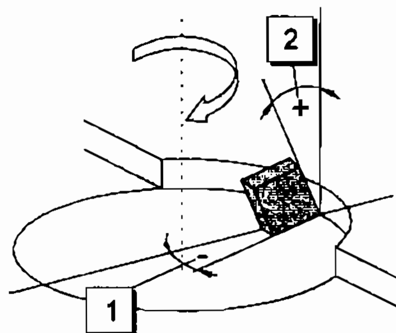
• Cả hai góc dương.

• Cả hai góc âm.

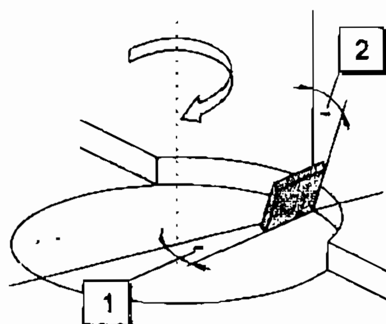
• Một góc dương và một góc âm.



a) Cả hai góc dương



b) Một góc âm một góc dương



c) Cả hai góc âm

Hình 134. **Thông số hình học lưỡi cắt dao phay răng chắp**

1 góc cắt hướng tâm   2 góc cắt hướng trục

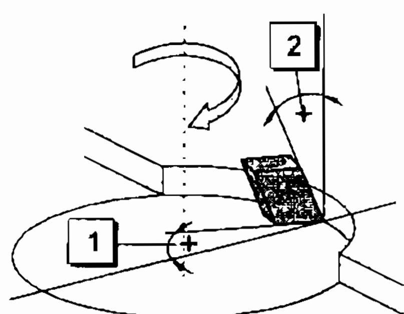
Trường hợp cả hai góc dương, do lực cắt thấp nên cần công suất nhỏ, thích hợp cho gia công chi tiết có thành mỏng, phoi dạng xoắn dễ dàng thoát ra khỏi dụng cụ. Đối với vật liệu có xu hướng gây lẹo dao như nhôm, dạng hình học này là thích hợp.

Cả hai góc âm được ứng dụng khi gia công thép cứng và gang xám cũng như dùng để gia công thô. Lực cắt cao được tạo ra đòi hỏi công suất truyền động lớn và độ ổn định của máy cao. Với dạng hình học này phoi sẽ

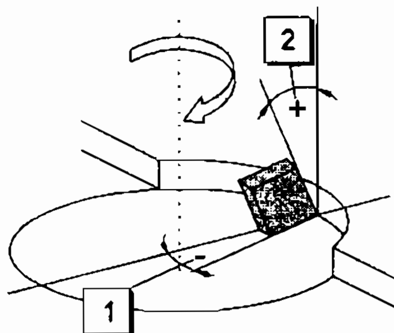
• Cả hai góc dương.

• Cả hai góc âm.

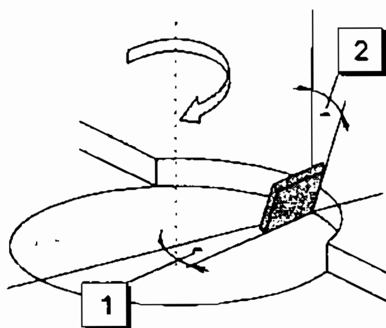
• Một góc dương và một góc âm.



a) Cả hai góc dương



b) Một góc âm một góc dương



c) Cả hai góc âm

***Hình 134.* Thông số hình học lưỡi cắt dao phay răng chắp**

| 1 | góc cắt hướng tâm | 2 | góc cắt hướng trục |

Trường hợp cả hai góc dương, do lực cắt thấp nên cần công suất nhỏ, thích hợp cho gia công chi tiết có thành mỏng, phoi dạng xoắn dễ dàng thoát ra khỏi dụng cụ. Đối với vật liệu có xu hướng gây lẹo dao như nhôm, dạng hình học này là thích hợp.

Cả hai góc âm được ứng dụng khi gia công thép cứng và gang xám cũng như dùng để gia công thô. Lực cắt cao được tạo ra đòi hỏi công suất truyền động lớn và độ ổn định của máy cao. Với dạng hình học này phoi sẽ

cuộn trong dụng cụ. Điều này có thể gây ra hiện tượng kẹt phoi khi gia công vật liệu cho phoi dài.

Một góc âm một góc dương cho phép lượng tiến lớn và chiều sâu rất cao, vì góc cắt hướng tâm âm làm tăng độ bền đứt của mảnh lưỡi cắt. Việc tạo phoi thuận lợi, vì phoi dễ dàng thoát khỏi dụng cụ. Phạm vi ứng dụng của dụng cụ với một góc âm và một góc dương rất đa dạng.

V. Các thông số (chế độ) cắt

Phay là một phương pháp gia công có phoi với một dụng cụ cắt quay tròn, các lưỡi cắt không cắt liên tục. Chuyển động cắt được tạo ra do chuyển động quay của dụng cụ cắt. Chiều tiến dao có thể nằm bất kỳ so với hướng cắt. Nó được thực hiện bởi dụng cụ cắt, chi tiết cắt hoặc cả hai (hình 135) phối hợp với nhau để thực hiện quá trình cắt liên tục. Hai thông số quan trọng khi cắt là:

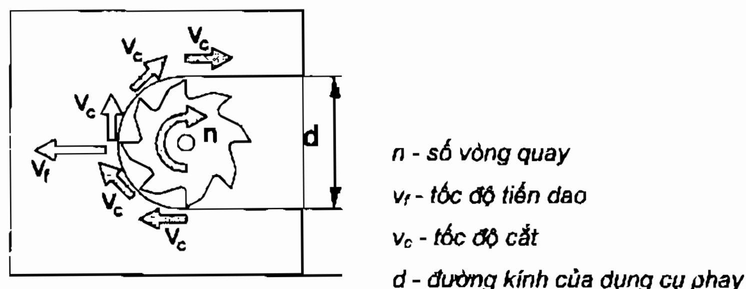
- Tốc độ cắt v_c.
- Tốc độ tiến dao v_f.

1. Tốc độ cắt v_c

Chuyển động cắt là chuyển động giữa dụng cụ và chi tiết gia công, không có chuyển động tiến và chỉ tách phoi một lần trong một vòng quay. Tốc độ cắt tương ứng với tốc độ dài của dao phay tại lưỡi cắt hiện tại. Nó được ký hiệu là v_c (m/phút). Nếu số vòng quay của trục là n thì có công thức:

$v_c = \pi.d.n$	m/phút

Độ lớn của tốc độ cắt của dao phay chỉ phụ thuộc vào số vòng quay. Tuy nhiên, hướng cắt luôn luôn thay đổi trong suốt quá trình gia công (xem hình 135).



Hình 135. **Giá trị cắt trong phay**

2. Tốc độ tiến dao v_f

Chuyển động tiến dao v_f cùng với chuyển động cắt tạo ra quá trình tách phoi liên tục trong nhiều vòng quay. Khi phay tốc độ tiến dao có thể cho theo 3 cách:

+ Tốc độ tiến dao v_f,	m/phút
+ Lượng tiến dao mỗi răng f_z,	mm/răng
+ Lượng tiến dao mỗi vòng quay của dao f,	mm/vòng

Tính tốc độ tiến dao v_f dựa trên lượng tiến dao f_z nghĩa là hành trình tiến dao của mỗi răng dao phay. Với số vòng quay n và số răng z ta có công thức sau:

$v_f = f_z.n.z$	mm/phút

Công thức tính tốc độ tiến dao v_f theo lượng tiến dao mỗi vòng quay của dao f như sau:

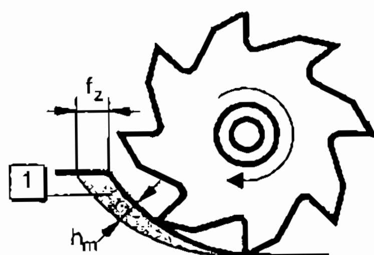
$v_f = f.n$	mm/phút

Từ đó ta có công thức sau:

$v_f = f.n = f_z.n.z$	mm/phút

3. Các đại lượng cắt

Khác với tiện, phoi cắt trong phay có dạng không đều (xem hình 136). Vì vậy để mô tả người ta sử dụng đại lượng chiều dày phoi trung bình h_m.



1 phoi hình thành

f_z - lượng tiến dao mỗi răng

h_m - chiều dày phoi trung bình

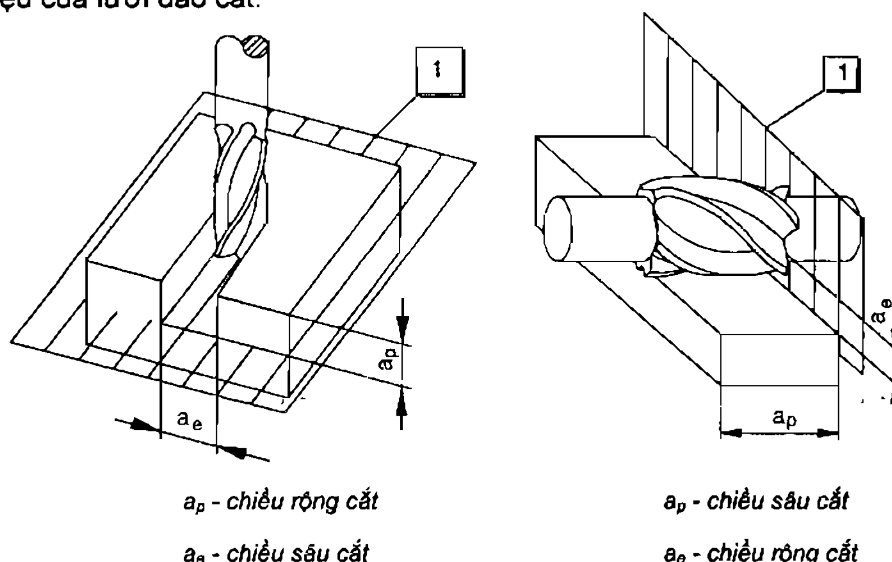
***Hình 136*. Chiều dày phoi**

Khi phay mặt trụ, chiều rộng cắt a_p là chiều rộng mà phần lưỡi cắt ăn vào chi tiết. Chiều sâu cắt a_e được đo trên mặt phẳng tưởng tượng - bề mặt gia công. Hướng cắt và hướng tiến dao nằm trong bề mặt gia công (xem hình 137).

Trong phay mặt đầu, a_p là chiều sâu cắt, nó được đo vuông góc với bề mặt gia công. Chiều sâu cắt a_p tương ứng với chiều rộng của bề mặt được phay.

Các giá trị cắt cần được lựa chọn khác nhau tuỳ theo các ứng dụng cụ thể và được hiệu chỉnh trên máy phay.

Điều này cần có rất nhiều kinh nghiệm. Để hỗ trợ có thể sử dụng các bảng tra cứu, cung cấp các giá trị cắt phụ thuộc vào vật liệu gia công và vật liệu của lưỡi dao cắt.



***Hình 137.* Các đại lượng cắt trong phay**

| 1 | bề mặt gia công

Điều này cần có rất nhiều kinh nghiệm. Để hỗ trợ có thể sử dụng các bảng tra cứu, cung cấp các giá trị cắt phụ thuộc vào vật liệu gia công và vật liệu của lưỡi dao cắt.

Thường có các đại lượng cắt sau:

- Số vòng quay n.
- Lượng tiến dao f.
- Chiều sâu cắt hoặc chiều rộng cắt a_e.

• Chiều rộng cắt cũng như chiều sâu cắt a_p.

VI. Ví dụ tính toán các thông số công nghệ cho gia công CNC

Các thông số chính:

• Tốc độ cắt v_c:

$v_c = \pi.d.n$	m/phút

• Tốc độ tiến dao v_f:

$v_f = f.n = f_z.n.z$	mm/phút

Ví dụ 1. Tính tốc độ cắt v_c khi phay, biết đường kính dao phay d = 50 mm và số vòng phay n = 520 vòng/phút.

Giải:

Ta có: $v_c = \pi.d.n$

$v_c = \pi.0{,}05.m.520$ vòng/phút

Kết quả: $v_c = 82$ m/phút

Ví dụ 2. Tính số vòng quay n của dao phay ngón có đường kính D = 12 mm và phay với tốc độ cắt $v_c = 120$ m/phút.

Giải:

Ta có: $v_c = \pi.d.n$

Suy ra:

$$n = \frac{v_c}{\pi.d}$$

$$n = \frac{120m}{\pi.\text{phút}.0{,}012m}$$

Kết quả: n = 3.184,7 vòng/phút

Ví dụ 3. Phay mặt phẳng với tốc độ cắt $v_c = 180$ m/phút, số vòng quay không vượt quá 400 vòng/phút. Tính đường kính d tối đa của dao phay trụ mặt đầu để các giá trị trên không bị vượt quá.

Giải:

Ta có: $v_c = \pi.d.n$, hoặc

$$d = \frac{v_c}{\pi.n}$$

$$d = \frac{180000 \text{ mm/phút}}{\pi.400 \text{ vòng/phút}}$$

Kết quả: d = 143 mm

VII. Luyện tập CNC

1. Thiết lập dao phay ngón, bảng 24.

Bảng 24

Số TT	Mô tả	Nhập dữ liệu
1	Mở menu chính	F2 phay
2	Chọn menu thiết lập công nghệ	F3 cho hoạt động
3	Chọn menu dụng cụ	F4 dụng cụ, điểm zêrô F2 chiếm chỗ ở dao
4	Chọn menu quản lý	F2 quản lý
5	Chọn loại dụng cụ: Ví dụ, dao phay ngón	↑ hoặc ↓, và tạo lập dụng cụ F1 chấp nhận lựa chọn
	Gesamtlänge Schneidenlänge Schaft Ø Wz-Längenkorrektur Schneiden Ø Wz-Längenoffset = 0	
6	Chọn dữ liệu có sẵn	F7 dữ liệu cho trước

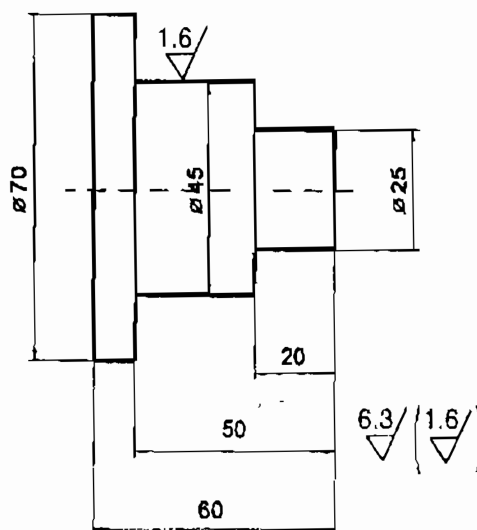
3.4. Tính toán chế độ công nghệ gia công CNC

I. Ví dụ tính toán chế độ công nghệ cho gia công tiện CNC

Ví dụ 1. Trục bậc, hình 138, được tiện thô trên máy tiện CNC bằng 4 lần cắt với độ sâu 6; 6; 5 và 5 mm và lượng dư cho gia công tinh là 0,5 mm.

Tốc độ cắt khi tiện thô $v_{cv} = 280$ m/phút và khi tiện tinh $v_{cf} = 400$ m/phút.

Hãy tính số vòng quay cho mỗi lần cắt.



Hình 138. **Chi tiết cho ví dụ 1**

Giải

Tính số vòng quay khi tiện thô (lần cắt 1 ÷ 4) và khi tiện tinh (lần cắt 5 ÷ 6).

Ta có:

$$n = \frac{v_c}{\pi d}$$

Lần cắt 1	Lần cắt 2
ϕ = 58 mm v_{cv} = 280 m/phút $n_1 = \dfrac{280m}{\pi.phút.0,058m}$ n_1 = 1537 vòng/phút	ϕ = 46 mm v_{cv} = 280 m/phút $n_2 = \dfrac{280m}{\pi.phút.0,046m}$ n_2 = 1938 vòng/phút
Lần cắt 3	**Lần cắt 4**
ϕ = 36 mm v_{cv} = 280 m/phút $n_3 = \dfrac{280m}{\pi.phút.0,036m}$ n_3 = 2476 vòng/phút	ϕ = 26 mm v_{cv} = 280 m/phút $n_1 = \dfrac{280m}{\pi.phút.0,026m}$ n_1 = 3428 vòng/phút
Lần cắt 5	**Lần cắt 6**
ϕ = 25 mm v_{cv} = 280 m/phút $n_1 = \dfrac{280m}{\pi.phút.0,025m}$ n_1 = 5393 vòng/phút	ϕ = 45 mm v_{cv} = 280 m/phút $n_1 = \dfrac{280m}{\pi.phút.0,045m}$ n_1 = 2830 vòng/phút

Ví dụ 2. Một cổ trục, hình 139, đường kính ϕ60 mm, vật liệu C45 được tiện thô một lớp sau đó tiện tinh.

Dùng dao tiện ngoài lưỡi cắt trái với mảnh hợp kim ($\gamma_0 = 90^0$; $\kappa_r = 90^0$).

Lượng tiến dao là f_v = 0,2 mm/vòng và f_f = 0,1 mm/vòng.

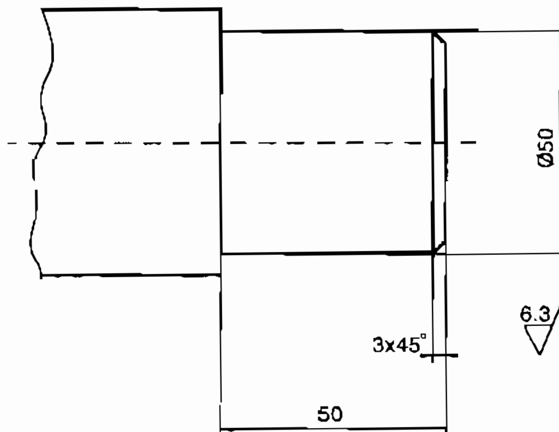
Tốc độ cắt v_{vc} = 200 m/phút và v_{ct} = 300 m/phút.

Lượng dư sau khi tiện thô cần để lại là 0,5 mm.

Hệ số hữu ích của động cơ truyền động chính là η = 0,8.

Tính:

1. Lực cắt F_{cv}.
2. Công suất cắt P_{cv}.
3. Công suất cần thiết của động cơ truyền động P_{ab}.



Hình 139. **Chi tiết cho ví dụ 4**

Giả thiết: Chiều dài tiện l = 50 mm.

Chiều sâu cắt a_p = 4,5 mm.

Lượng tiến dao f_v = 002 mm/vòng.

Tốc độ cắt v_{cv} = 200 m/phút.

Góc nghiêng $\kappa_r = 90^0$

Hệ số hữu ích η = 0,8

1. Tính lực cắt F_c

Lực cắt F_c được tính theo công thức sau:

Lực cắt = tiết diện phoi x lực cắt riêng: $F_c = b.h.k_c = a_p.f_v.k_{c'}$ (ở $\kappa_r = 90^0$)

Nếu $\kappa_r < 90^0$ tính b như sau (hình 142):

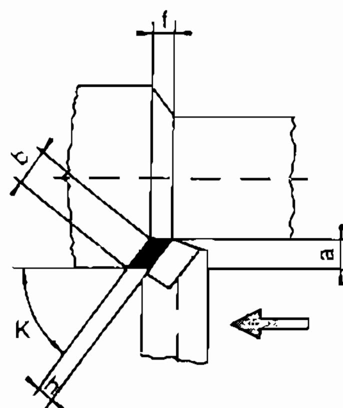
$$b = \frac{a_p}{\sin \kappa_r}$$

$h = f.\sin \kappa_r$ và $k_c = \frac{k_{c1-1}}{h^{m_c}}\left[\frac{N}{mm^2}\right]$

Trong đó k_{cl-1} là trị số theo điều kiện thực nghiệm và m_c là số mũ của chiều dầy phoi; k_{cl-1} và m_c có thể lấy từ bảng 18.

Bảng 18

Vật liệu gia công	m_c	$k_{c\,1\text{-}1}$	Lực cắt riêng k_c (N/mm^2) khi chiều dầy phoi h (mm)							
			0,05	0,08	0,1	0,16	0,2	0,315	0,5	0,8
C15	0,22	1820	3520	3170	3020	2720	2590	2350	2120	1910
St37-2, St42-2	0,17	1780	2930	2730	2630	2430	2340	2170	2000	1850
St50-2	0,26	1990	4340	3840	3620	3210	3020	2690	2380	2110
St60-2	0,17	2110	3510	3240	3120	2880	2770	2570	2370	2190
St70-2, 18NiCr6	0,30	2260	5550	4820	4510	3920	3660	3200	2780	2420
C35	0,20	1860	3390	3080	2950	2680	2570	2340	2140	1950
C45k	0,14	2220	3380	3160	3070	2870	2780	2610	2450	2290
Ck60	0,18	2130	3650	3360	3220	2960	2850	2620	2410	2220
15CrMo5	0,17	2290	3810	3520	3390	3130	3010	2790	2580	2380
16MnCr5	0,26	2100	4580	4050	3820	3380	3190	2840	2510	2230
20MnCr5	0,25	2140	4530	4020	3810	3380	3200	2860	2550	2260
50CrV4	0,26	2220	4840	4280	4040	3580	3370	3000	2660	2350
GG15	0,21	950	1780	1610	1540	1400	1330	1210	1100	1000
GG25	0,26	1160	2530	2240	2110	1870	1760	1570	1390	1230
GG45	0,17	1600	2660	2460	2370	2110	2104	1950	1800	1660



Hình 140. **Tiết diện lớp cắt**

Tuy nhiên công thức trên là chưa đủ để tính lực cắt mà còn phải quan tâm tới một loạt các hệ số hiệu chỉnh. Do vậy trong thực tế người ta sử dụng công thức sau:

$$F_c = a_p.f_v.k_c.K_{\gamma_0}.K_v.K_{sch}.K_{ver}[N]$$

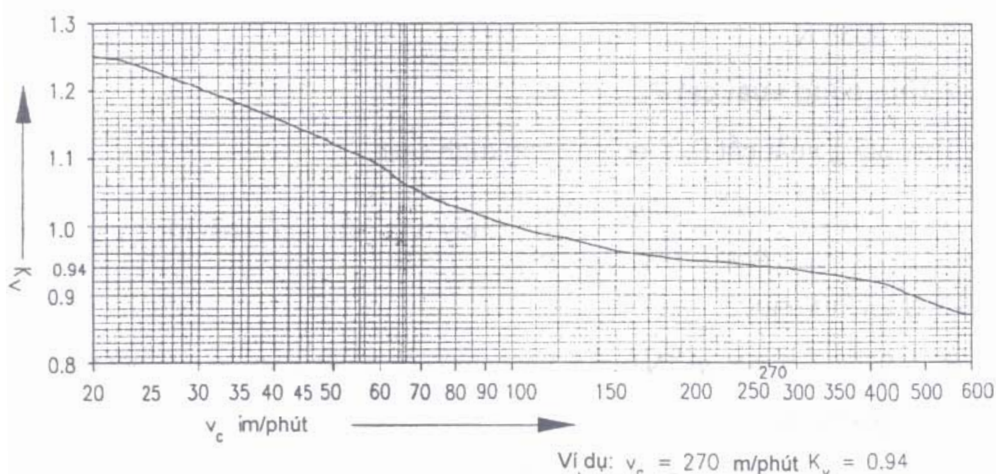
Trong đó:

$K_{\gamma 0}$ là hệ số thay đổi góc trước, $K_{\gamma_0} = 1 - \frac{\gamma_0 - \gamma_{ok}}{66,7}$, γ($_0$ là góc trước hiện tại và γ_{ok} là góc trước đã được sử dụng để xác định giá trị k_c).

K_v là hệ số thay đổi tốc độ cắt. Các giá trị trong bảng 18 chỉ dùng cho phạm vi v_c = 90;...;125 m/phút, được lấy từ đồ thị K_v - v_c trên hình 141.

K_{sch} là hệ số thay đổi vật liệu lưỡi cắt từ hợp kim cứng tới gốm cắt: K_{sch} = 1 đối với hợp kim cứng và K_{sch} = 0,9;...;0.95 đối với vật liệu gốm.

K_{ver} là hệ số mòn lưỡi cắt. Nó phải được tính đến vì các giá trị k_c lấy từ bảng 25 chỉ đúng cho dụng cụ sắc, vì vậy nó được tính: K_{ver} =1,3;...;1,5.



Các giá trị k_v được áp dụng cho:

f = 0,2;...;1,5 mm/vòng, γ_0 = -5;...;10^0 và κ_r = 60^0;...;90^0

Hình 141. Đồ thị K_v - v_c

Giải

Giá trị hiệu chỉnh K_{sch} phù hợp với điều kiện trong bảng 18 và nhận giá trị 1.a_p và f_v cho trước. Tất cả các giá trị khác nhau phải xác định như sau:

$$k_c = \frac{k_{c1-1}}{h^{m_c}}\left[\frac{N}{mm^2}\right] \qquad K_{\gamma_0} = 1 - \frac{\gamma_0 - \gamma_{ok}}{66,7}$$

$$k_c = \frac{2220}{0,2^{0,14}} \qquad K_{\gamma_0} = 1 - \frac{10-6}{66,7}$$

$$k_c = 2781\frac{N}{mm^2} \qquad K_{\gamma_0} = 0,94$$

Được chọn làm giá trị hiệu chỉnh:

K_{ver} = 1,3 và được lấy từ trong bảng

K_v = 0,96

Lực cắt cần tính là:

$$F_c = a_p.f_v.k_c.K_{\gamma_0}.K_v.K_{sch}.K_{ver}$$

F_{cv} = 4,5mm.0,2mm.2187N/mm^2.0,96.0,94.1.1,3

F_{cv} = 2936 N

2.Tính công suất cắt P_c

Tính công suất cắt P_c theo phương trình sau:

$P_c = F_c.v_c\left[N.\frac{m}{phut}.\frac{1phut}{60s} = \frac{Nm}{60s}\right]$, thay các giá trị của bài tập ta có P_{cv} = 2936N.200 m/phút

P_{cv} = 9786,7 N.m/s, vì 1N.m/s = 1W (Wat) nên 9786,7 N.m/s = 9,787 kW

P_{cv} = 9,878 kW

3. Tính công suất của động cơ truyền động P_{ab}

Tính công suất của động cơ truyền động P_{ab}, tương ứng với công suất cắt đã biết, theo công thức sau:

$$P_{ab} = \frac{P_{cv}}{\eta}\left[\frac{kW}{1} = kW\right]$$

$$P_{ab} = \frac{9{,}787}{0{,}8}$$

P_{ab} = 12,23 kW

II. Ví dụ tính toán các thông số công nghệ cho gia công phay CNC

1. Tính tốc độ tiến dao v_f

Trong phay người ta thường tính tốc độ tiến dao v_f theo mm/phút. Tuy nhiên, lượng tiến dao mỗi răng f_z cũng quan trọng, bởi vì dựa vào nó công nhân biết được lưỡi dao cắt đã chịu được lượng tiến dao là bao nhiêu, trong đường đầu tiên. Lượng tiến dao này phải được phân biệt với lượng tiến dao đạt được trong một vòng quay của dao phay.

- Tốc độ tiến dao v_f mm/phút
- Lượng tiến dao mỗi răng dao f_z mm/răng
- Lượng tiến dao trong mỗi vòng quay của dao phay f mm/vòng

Để tính toán ta sử dụng các công thức sau:

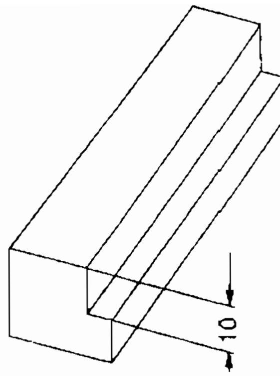
$v_f = f_z.n.z$	mm/phút

$v_f = f.n$	mm/phút

$v_f = f.n = f_z.n.z$	mm/phút

Ví dụ 1. Một chi tiết bằng vật liệu C15 (hình 142) được phay với một lần cắt bằng dao phay trụ mặt đầu có các mảnh cắt xoay. Chiều sâu cắt là 10 mm. Tốc độ cắt v_c = 160 m/phút và lượng tiến dao mỗi răng f_z = 0,18 mm/răng. Dao phay trụ mặt đầu có đường kính ϕ = 63 mm có 4 lưỡi cắt.

Tính tốc độ tiến dao v_f.



Hình 142. **Chi tiết cho ví dụ 1**

Giả thiết: v_c = 160 m/phút f_z = 0,18 mm/răng

d = 63 mm z = 4

Tính: v_f mm/phút

Ta có: $v_f = f_z.n.z,$

$v_c = \pi.d.n$

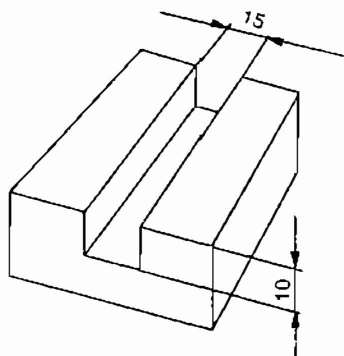
$$n = \frac{v_c}{\pi.d}$$

$$v_f = \frac{v_c}{\pi.d}.f_z.z$$

$$v_f = \frac{160000\ mm}{\pi.phút.63\ mm}.0,18\ mm.4$$

Kết quả: v_f = 582 mm/phút

Ví dụ 2. Rãnh của chi tiết trong hình 143 cần được phay trên máy CNC thẳng đứng, bằng dao phay ngón 2 lưỡi cắt có đường kính ϕ = 12 mm, số vòng quay n = 1800 vòng/phút và lượng tiến dao f_z = 0,12 mm/răng. Tính tốc độ tiến dao.



Hình 143. **Chi tiết ví dụ 2**

Giả thiết: $n = 1800$ vòng/phút

$f_z = 0,12$ mm/răng

$z = 2$

Tính: v_f mm/phút

Ta có: $v_f = f_z.n.z$

$$v_f = 0,12 \text{ mm}.1800 \frac{1}{\text{phút}} .2$$

Kết quả: $v_f = 432$ mm/phút

2. Tính số vòng quay n

Ví dụ 3. Tính số vòng quay khi phay với lượng tiến dao là 0,1 mm/răng cho mỗi lưỡi cắt và lượng tiến dao là 0,15 mm/răng, tốc độ tiến dao là 200 mm/phút.

Giả thiết: $v_f = 200$ mm/phút $f_b = 0,10$ mm $z = 2$	Giả thiết: $v_f = 200$ mm/phút $f_l = 0,15$ mm $z = 2$
Tính: n_b vòng/phút Ta có: $n_b = \frac{v_f}{f_b.z} \frac{\text{mm}}{\text{phút.mm}}$ $n_b = \frac{200}{0,1.2}$ vòng/phút $n_b = 1000$ vòng/phút	Tính: n_l vòng/phút Ta có: $n_l = \frac{v_f}{f_b.z} \frac{\text{mm}}{\text{phút.mm}}$ $n_l = \frac{200}{0,15.2}$ vòng/phút $n_l = 667$ vòng/phút

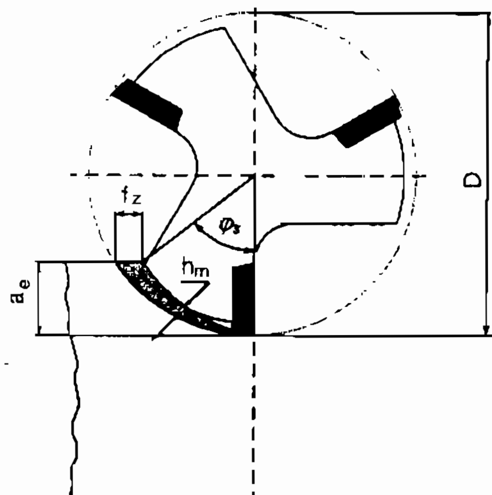
3. Tính lực cắt và công suất động cơ

Cũng như khi tiện, trong phay, hình 144, cũng phải sử dụng các hệ số hiệu chỉnh.

Các số liệu này có thể kiểm tra trong bảng hoặc như trường hợp của hệ số thay đổi góc trước K_{γ_0} có thể tính toán bằng công thức $K_{\gamma_0} = 1 - \frac{\gamma_0 - \gamma_{ok}}{66,7}$.

Lực cắt khi phay là:

$F_c = F_{cz}.z_e[N]$.



a_p - chiều sâu cắt.

a_e - chiều rộng cắt.

b - chiều rộng phoi.

F_{cz} - lực cắt mỗi lưỡi cắt (trung bình).

φ_s - góc tiếp xúc.

h_m - chiều dầy trung bình của phoi.

f_z - lượng tiến dao cho mỗi răng cắt.

z - số răng cắt của dao phay.

z_e - số răng tham gia cắt

D - đường kính của dao phay

λ - góc nâng của lưỡi cắt

κ - góc nghiêng của lưỡi cắt

k_c - lực cắt riêng

$k_{c1\text{-}1}$ - lực cắt riêng trên tiết diện phoi $b.h_m$ = 1 mm

m_c - số mũ của chiều dầy phoi

***Hình 144*. Thông số lớp cắt khi phay**

Trong đó:

$z_e = \frac{z.\varphi_s}{360^0}$ và $F_{cz} = b.h_m.k_c$.

Trong đó:

$b = \frac{a_e}{\cos\lambda}[mm]$ và $h_m = f_z.\sin\kappa.\frac{360^0.a_e}{d.\pi.\varphi_s}[mm]$, ở đây κ = 90° - λ

λ là góc nâng.

Nếu quan tâm tới các hệ số hiệu chỉnh, lực cắt được tính với công thức sau:

$$F_c = z_e.b.h_m.k_c.K_{\gamma_0}.K_v.K_{ver}[N]$$

và với z_e, b, h_m công thức cho kết quả sau:

$$F_c = \frac{z\times\varphi_s}{360^0}.\frac{a_e}{\cos\lambda}.\frac{360^0.a_p}{\pi.\varphi_s.d}.f.\sin\kappa.k_c.K_{\gamma_0}.K_v.K_{ver}$$

3.5. Hệ thống kẹp CNC

I. Các dạng hệ thống kẹp

Hệ thống kẹp thiết lập sự liên kết giữa chi tiết gia công với máy công cụ. Nó phải đáp ứng được 2 chức năng cơ bản sau:

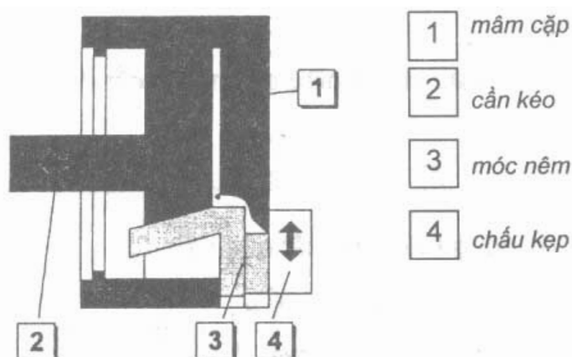
1. Vị trí của chi tiết gia công là chính xác
2. Đảm bảo giữ chặt chi tiết gia công dưới tác động của tất cả lực sinh ra trong quá trình gia công.

Chi tiết được giữ chặt chủ yếu bằng sức ép của các chi tiết kẹp, được gọi là lực kẹp.

Để giảm giá thành của hệ thống kẹp và chi phí gia công, hệ thống kẹp còn phải đạt được các yêu cầu sau:

- Thao tác đơn giản và nhanh.
- Khả năng sử dụng đa dạng.
- Thay đổi các chi tiết kẹp dễ dàng.
- Độ chính xác cao khi kẹp lặp lại.

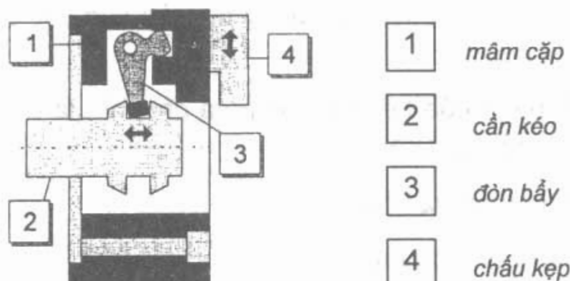
Trên các máy công cụ cũ, việc kẹp chủ yếu bằng tay. Điều này đòi hỏi người công nhân mất nhiều sức lực. Để giảm thời gian phụ và giúp họ kẹp dễ dàng hơn, người ta đã phát triển hệ thống riêng cho mỗi thiết bị kẹp. Để tạo ra lực kẹp, có nhiều phương pháp khác nhau. Sau đây là một số phương pháp:



Hình 145. Mâm cặp với cơ cấu thanh chêm (cơ khí)

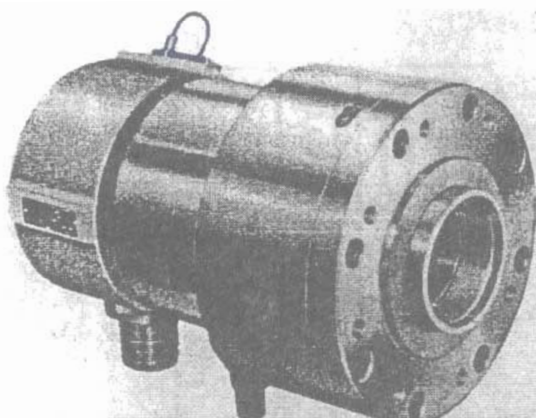
- Cơ cấu tạo lực kẹp cơ khí.
- Thiết bị kẹp thuỷ lực.
- Thiết bị kẹp khi nén.
- Thiết bị kẹp điện.

1. *Cơ cấu tạo lực kẹp cơ khí* được sử dụng chủ yếu ở dạng thanh chêm, hình 145, hay đòn bẩy, hình 146. Các loại cơ cấu này thường được sử dụng trên máy tiện tự động.



Hình 146. Mâm cặp với cơ cấu kẹp đòn bẩy (cơ khí)

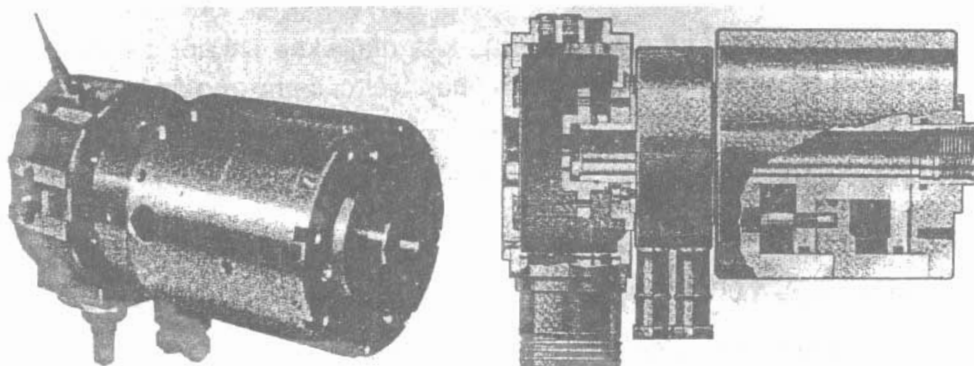
3. *Thiết bị kẹp thuỷ lực* tạo ra các chuyển động và lực kẹp bằng các pittông chuyển động thuỷ lực. Chúng được điều khiển chủ yếu bằng van tay bởi người vận hành máy. Lực kẹp có thể điều chỉnh chính xác và đọc được trên bộ hiển thị. Thiết bị thuỷ lực đòi hỏi chi phí về kỹ thuật rất cao nhưng rất đáng tin cậy, hình 147.



Hình 147. **Trục kẹp thuỷ lực Röhm SZ**

3. Thiết bị kẹp khí lực hoạt động bằng khí nén

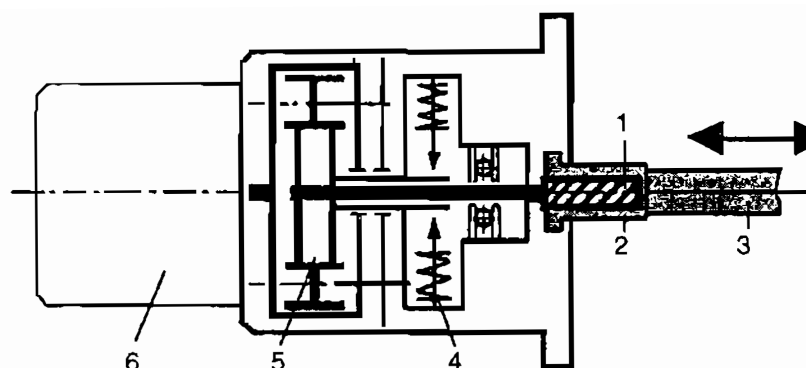
Thiết bị này làm việc giống như thiết bị kẹp thuỷ lực. Để tạo khí nén người ta sử dụng máy nén khí, hình 148.



Hình 148. **Trụ kẹp khí nén Röhm LHS**

4. Thiết bị kẹp điện với chuyển động quay tạo ra lực kẹp bằng hệ thống ăn khớp trục vít - đai ốc. Nó có thể chuyển đổi nhanh theo các đường kính khác nhau của chi tiết, hình 149.

Nhờ ly hợp điện từ trục quay được khoá trong suốt quá trình kẹp và tháo kẹp, vì thế toàn bộ mômen quay được truyền đến mâm cặp.



Hình 149. **Kẹp điện với chuyển động nâng**

1	*đai ốc*	2	*trục ren*	3	*thanh nối*
4	*li hợp*	5	*bánh răng hành tinh*	6	*động cơ*

II. Chủng loại và đặc điểm của thiết bị kẹp để tiện

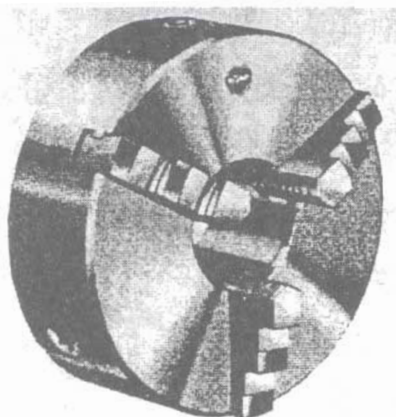
Trong phần này sẽ giới thiệu các khả năng kẹp chi tiết gia công vào máy tiện khác nhau. Nhìn chung cần phân biệt các phương án kẹp sau đây với nhau:

- Kẹp bằng mâm cặp
- Kẹp bằng kẹp rút
- Kẹp giữa mũi chống tâm
- Kẹp bằng mâm tốc
- Kẹp bằng mâm hoa
- Kẹp bằng đồ gá tiện
- Kẹp bằng luynet

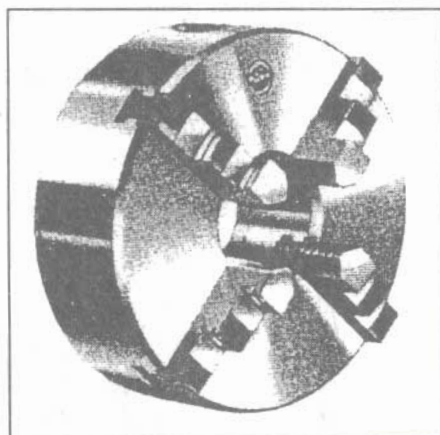
1. Kẹp bằng mâm cặp

Mâm cặp được phân biệt ở số chấu kẹp là 2, 3 chấu, hình 150, hoặc 4 chấu, hình 151. Được dùng nhiều nhất là mâm cặp 3 chấu tự định tâm. Nó đảm bảo gá nhanh, chắc chắn và đúng tâm các phôi tiện dạng ống tròn. Mâm cặp 4 chấu cho phép kẹp các phôi có 4, 8, 12 cạnh hoặc dạng tròn.

Các chấu kẹp, phần lớn được tôi cứng và có dạng bậc. Do có thể điều chỉnh các chấu kẹp nên cho phép kẹp các phôi tiện có các đường kính khác nhau. Có thể kẹp các chi tiết gia công từ bên ngoài hoặc từ bên trong nhờ thay đổi các chấu kẹp.



Hình 150. **Mâm cặp Röhm ZG-ZS với 3 chấu**



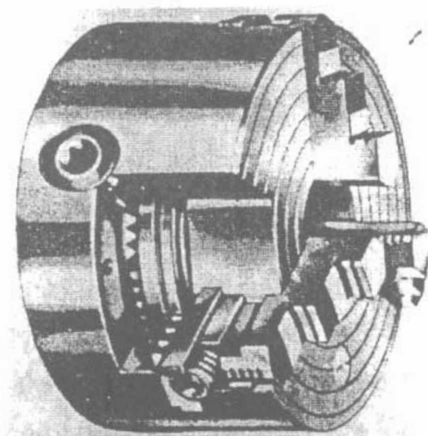
Hình 151. **Mâm cặp Röhm ZG-ZS với 4 chấu**

Truyền lực kẹp chủ yếu dựa trên nguyên tắc của đĩa xoắn ốc hoặc thanh nêm.

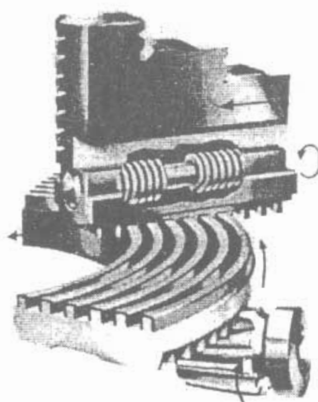
2. Truyền lực kẹp bằng đĩa xoắn ốc, hình 152

Mâm cặp với đĩa xoắn ốc cho lực lẹp nhỏ. Vì bề mặt giữa đĩa xoắn ốc và chấu kẹp rất nhỏ nên chỉ có thể truyền lực thấp. Hệ thống truyền lực của đĩa xoắn ốc được mô tả ở hình 153.

Nhược điểm nữa của mâm cặp với đĩa xoắn ốc là khi thay đổi thì chấu kẹp phải được tháo ra toàn bộ.



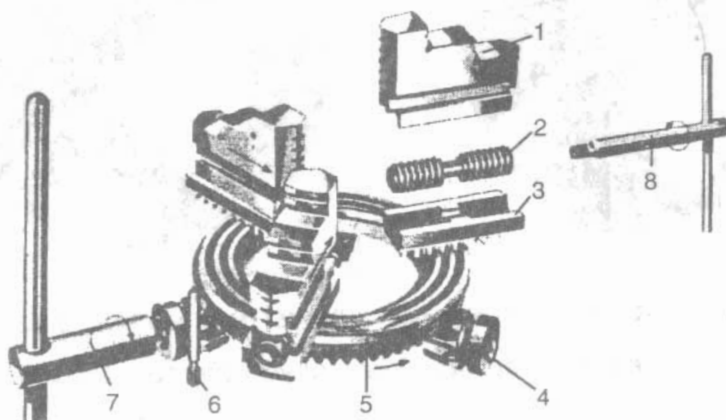
Hình 152. **Mâm cặp với đĩa xoắn ốc Röhm EG-ES**



Hình 153. **Hệ thống truyền lực kẹp của đĩa xoắn ốc**

Nguyên tắc hoạt động của mâm tiện hình 154.

Quay bánh răng (4) làm cho đĩa xoắn ốc (5) quay. Nhờ vậy, chấu kẹp (3) chạy trên trục quay về phía tâm của trục chính và kẹp chi tiết lại.



***Hình 154.* Mâm tiện với đĩa xoắn ốc Röhm EG-ES**

1. chấu kẹp hai chiều;

2. trục vít điều chỉnh;

3. đế chấu kẹp;

4. bánh răng truyền lực;

5. đĩa xoắn ốc;

6. vít chặn bánh răng;

7. khoá;

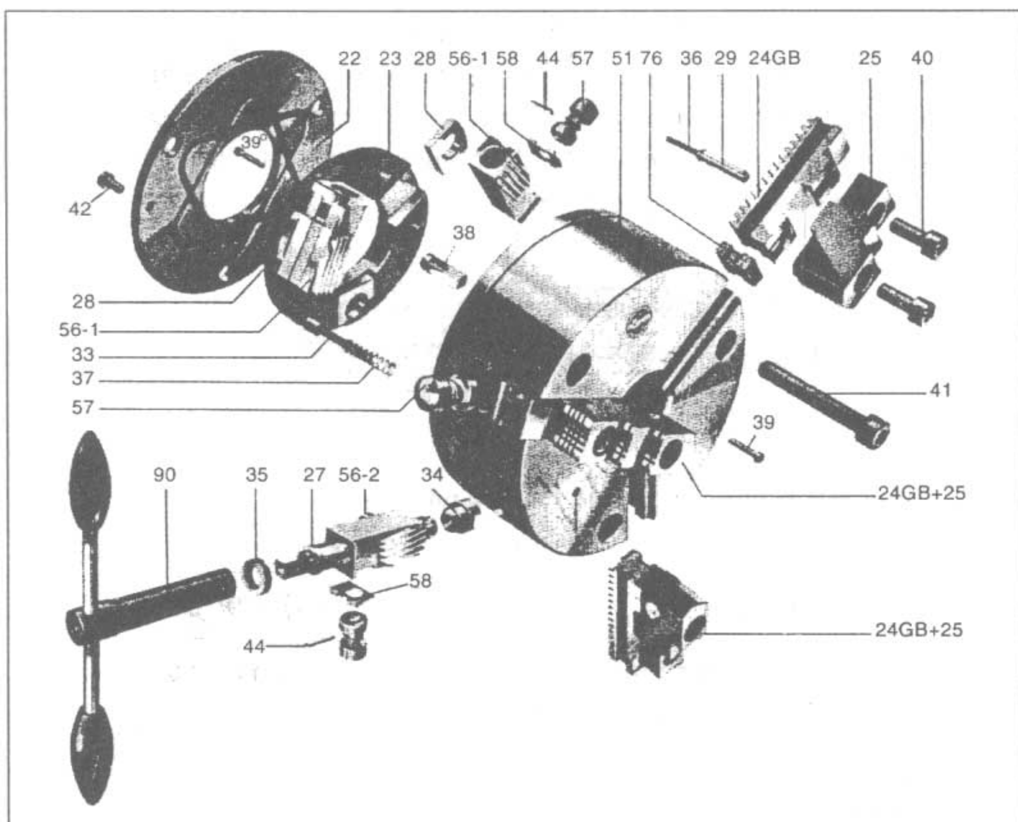
8. khoá điều chỉnh.

3. Truyền lực kẹp bằng thanh nêm, hình 155

Mâm cặp với thanh nêm cho phép thay đổi nhanh chấu kẹp và tạo ra lực kẹp lớn hơn là mâm cặp với đĩa xoắn ốc.

Nguyên tắc hoạt động của mâm cặp trên hình 155.

Việc kẹp của mâm cặp thanh nêm được thực hiện nhờ khoá (90) làm quay trục (27) vào thanh nêm (56). Thanh nêm (56-2) quay dịch chuyển vòng dẫn (23) qua sắt trượt (28). Hai sắt trượt (28) khác truyền lực lên thanh nêm khác (56-1). Các thanh nêm (56) với biên dạng chạy nghiêng ngoạm vào phần đế của chấu kẹp (24GB) và dẫn chúng vào hướng tâm.

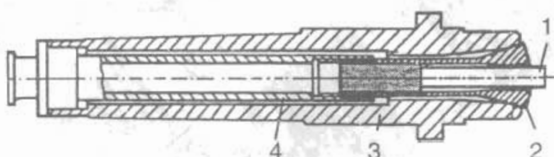


Các chi tiết chính:		
22 nắp	33 chốt định vị	51 thân mâm cặp
23 vòng dẫn	34 ổ đỡ	52 thanh nêm
24GB đĩa chấu kẹp, quay lại được	35 vòng áp	53 chốt áp lực
24EB chấu đơn, quay lại được	36 lò xo chốt hãm chấu kẹp	54 sắt chặn
25 chấu đệm và quay lại	37 lò xo chốt định vị	55 che phoi
27 trục	38 nêm đỡ	56 khoá có ngáng
28 sắt trượt	39÷42 vít trụ	
29 chốt hãm chấu kẹp	44 chốt trụ	

Hình 155. **Mâm cặp dùng thanh nêm Röhm Duro**

4. Kẹp bằng kẹp rút, hình 156

Với kẹp rút các chi tiết hình trụ có thể được kẹp quay tròn, nhanh, chính xác. Chi tiết được kẹp từ bên ngoài bởi kẹp rút. Kẹp rút thường chỉ ứng dụng cho chi tiết gia công có cùng đường kính hoặc có kích thước tương đương vì nó có phạm vi điều chỉnh hướng kính rất nhỏ. Nó đặc biệt được sử dụng trong gia công loạt lớn.

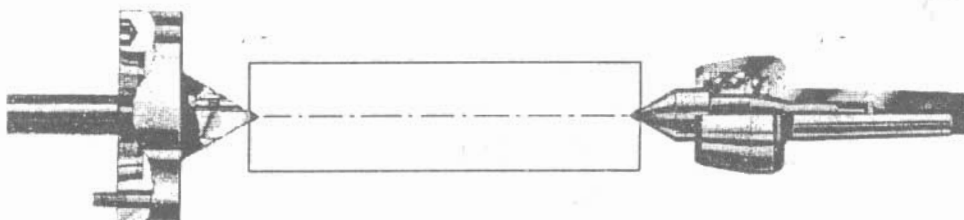


Hình 156. Kẹp rút

1. chi tiết; 2. thân cặp; 3. trục; 4. ống kẹp

5. Kẹp giữa các mũi tâm

Kẹp giữa hai mũi chống tâm được ứng dụng cho những chi tiết dài. Chi tiết gia công phải được khoả mặt và khoan tâm ở cả hai mặt.



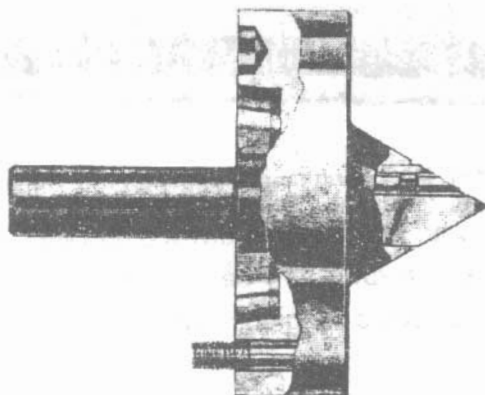
Hình 157. Kẹp bằng mũi chống tâm

Kẹp bằng mũi chống tâm có thể được phân biệt, căn cứ vào đặc điểm kỹ thuật gia công sau:

- Tốc mặt đầu cùng với mũi tâm quay hay mũi tâm cố định.
- Tốc kẹp có vòng bảo vệ cùng với mũi tâm quay hay mũi tâm cố định.

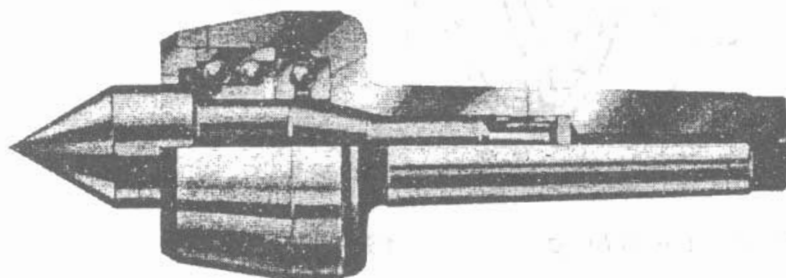
Tốc mặt đầu thường được gắn trên trục chính. Nó được sử dụng khi phải gia công toàn bộ bề mặt trụ của chi tiết. Chi tiết được kẹp giữa tốc mặt

đầu và ụ động. Nhược điểm của tốc mặt đầu là chỉ truyền được mômen quay nhỏ, hình 158.



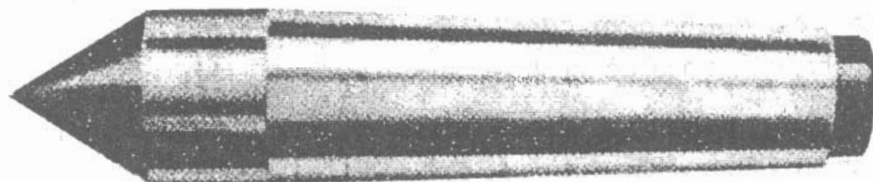
***Hình 158.* Tốc mặt đầu**

Mũi tâm quay được cài vào nòng trục ụ động đối diện với tốc mặt đầu. Vì mũi chống tâm quay quanh tâm của nó nên có thể sử dụng vận tốc cắt cao trong suốt quá trình gia công, hình 159.

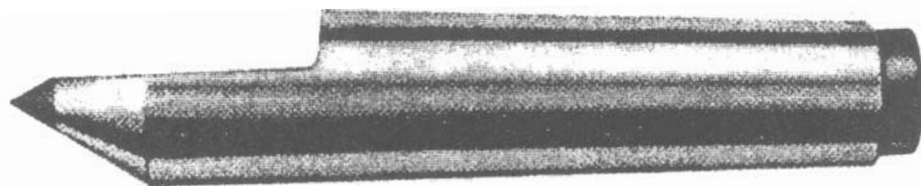


***Hình 159.* Mũi chống tâm xoay Röhm 601**

Phạm vi sử dụng của mũi chống tâm cố định, hình 160 và hình 161 rất hạn chế, vì nó chỉ cho phép cắt với tốc độ thấp. Nếu không như thế nó sẽ rất nhanh bị nóng và do đó bị mài mòn.

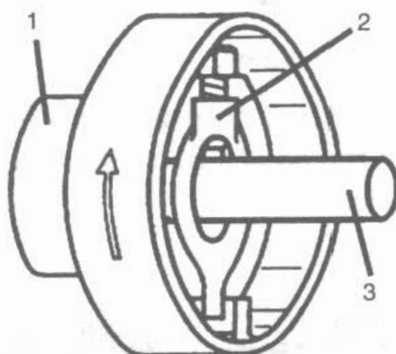


***Hình 160.* Mũi chống tâm cố định Röhm 667**



Hình 161. **Mũi chống tâm cố định một nửa Röhm 670**

Với mâm kẹp tốc an toàn, chi tiết được định tâm bằng mũi chống tâm và đồng thời được kẹp hướng tâm bằng vít kẹp. Nhờ vậy có thể truyền mômen quay lớn và đạt được công suất gia công cao hơn, hình 162.



1. đĩa kẹp;

2. tốc;

3. chi tiết

Hình 162. **Mâm kẹp tốc an toàn**

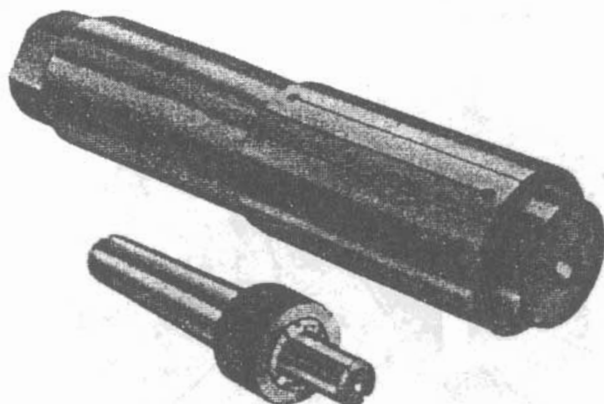
6. Kẹp bằng trục (gá) bung, hình 163, 164

Với trục gá bung chi tiết có lỗ được kẹp từ bên trong. Khác với mâm xoay, khi sử dụng trục gá bung, lỗ khoan có thể rất nhỏ. Nó thường được sử dụng khi chi tiết gia công đã có sẵn lỗ. Người ta phân biệt trục bung cố định và trục bung nong rộng.

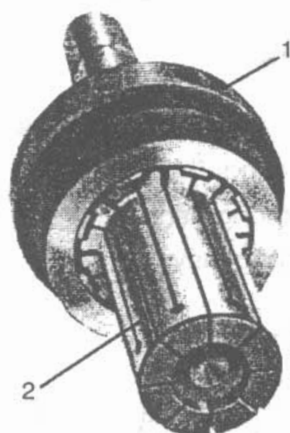
Trục gá bung cố định có dạng côn rất nhẹ (1:2000) và được kẹp giữa hai mũi tâm. Nó thường được dùng khi tiện tinh vì chỉ có thể kẹp rất nông. Trước đó phải kiểm tra lại độ chính xác khi quay của mũi tâm.

Trục gá bung **nong rộng** được luồn vào phần có dạng côn bên trong của trục chính. Phạm vi kẹp được xác định nhờ vị trí kẹp có rãnh của chốt, tuỳ theo độ chính xác khi quay, cũng như mức độ kẹp đồng đều lên chi tiết.

Chi tiết được kẹp do nút có dạng côn ép vào.



Hình 163. **Trục bung hộp Röhm**



1. vòng kẹp;

2. trục (gá) bung.

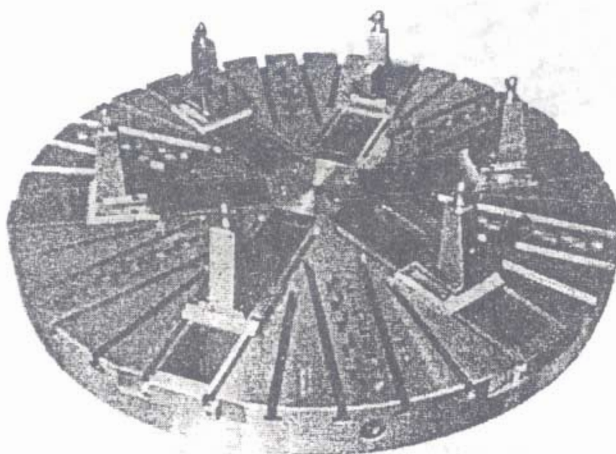
Hình 164. **Trục gá bung hộp Röhm MZB**

Trục gá bung quay được kẹp giữa hai mũi tâm. Nó có phạm vi kẹp nhỏ. Nguyên tắc làm việc của nó như sau: nong rộng hộp có thành mỏng, không khía rãnh, từ vật liệu đàn hồi.

7. Kẹp bằng mâm hoa, hình 165

Mâm hoa có khả năng kẹp được chi tiết hình dạng không đều. Bốn hoặc nhiều pittông kẹp được làm cứng có thể được điều chỉnh độc lập.

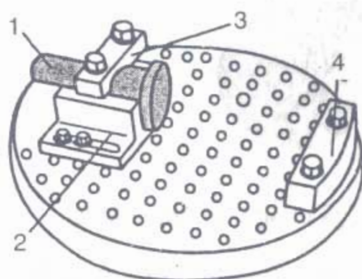
Chúng cũng có thể quay được. Vị trí kẹp cho phép kẹp ngoài hoặc kẹp trong. Nhờ các rãnh kẹp có sẵn có thể lắp đồ gá và các đối trọng.



***Hình 165.* Mâm hoa 6 chấu kẹp Röhm**

8. Kẹp với đồ gá tiện, hình 166

Mâm lỗ với các lỗ ren là thân chính của đồ gá cho phép kẹp rất đa dạng. Tuy nhiên ở dạng kẹp này nhất thiết phải thận trọng với đối trọng, vì nếu không trục chính sẽ quay không cân bằng, dẫn tới kết quả gia công không chính xác và thậm chí là hỏng máy.



1. chi tiết;

2. thân kẹp;

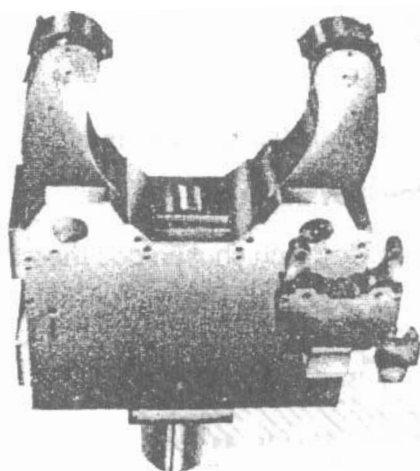
3. đòn kẹp;

4. đối trọng.

***Hình 166.* Đồ gá tiện**

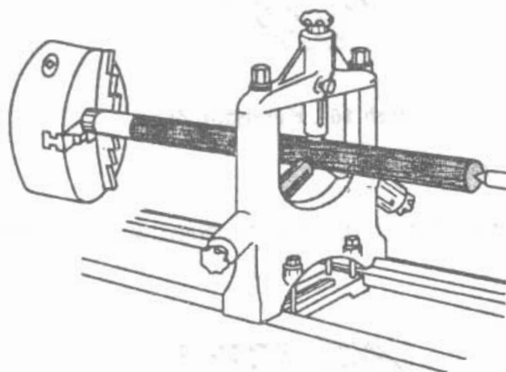
9. Kẹp bằng luynet (giá đỡ cố định), hình 167, 168

Để kẹp chi tiết dài và mảnh người ta sử dụng giá đỡ cố định (luynet), để đỡ chi tiết gia công khỏi bị uốn cong do lực cắt và trọng lực riêng của nó gây ra.



Hình 167. **Luynet tự định tâm Röhm SLZ**

Chi tiết được kẹp giữa hai mũi chống tâm và được đỡ thêm bằng giá đỡ cố định, hình 168.



Hình 168. **Luynet cố định**

III. Chủng loại và đặc điểm của thiết bị kẹp để phay

Trong phần này sẽ giới thiệu các kiểu kẹp chi tiết vào máy phay khác nhau. Nhìn chung cần phân biệt các phương thức kẹp sau đây:

- Kẹp bằng êtô.
- Kẹp bằng bàn từ.

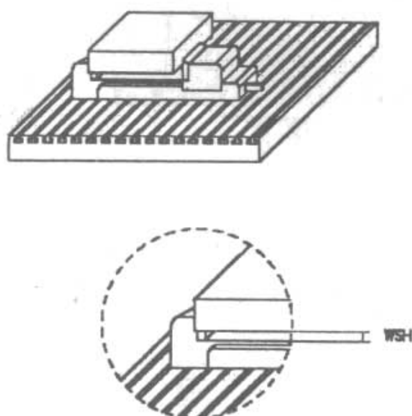
- Kẹp bằng môđun gá.

Kẹp bằng êtô, hình 169.

1. Êtô có thể quay từng góc 90^0 trên bàn máy.

2. Vi trí của nó có thể thay đổi được.

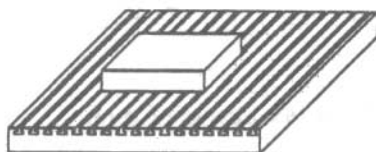
3. Chi tiết được kẹp có thể dịch chuyển dọc theo trục X và Z.



Hình 169. **Kẹp bằng êtô**

Kẹp bằng bàn từ, hình 170.

1. Vị trí của chi tiết trên bàn máy có thể được xác định một cách tự do.

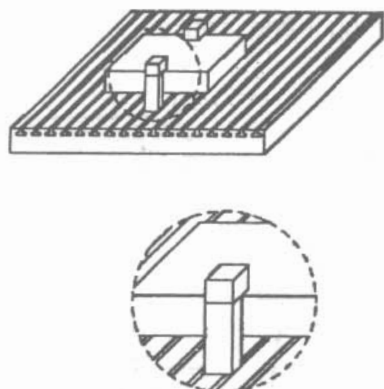


Hình 170. **Kẹp bằng bàn từ**

Kẹp bằng môđun gá, hình 171.

1. Vị trí của chi tiết trên bàn máy có thể thay đổi.

2. Các chi tiết kẹp có thể được đĩnh nghĩa như là một môđun. Vị trí kẹp do người sử dụng quy định.



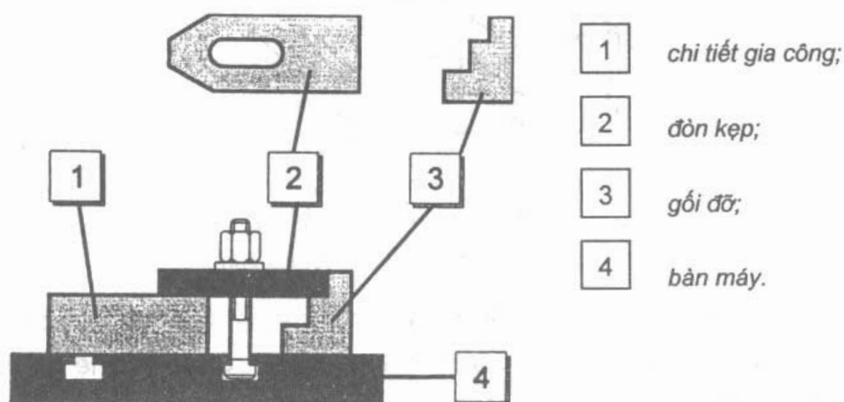
Hình 171. **Kẹp bằng môđun gá**

Bàn máy phay có các rãnh chữ T là thân chính để kẹp chi tiết gia công. Tuỳ theo loại và cách thức kẹp chi tiết gia công các cơ cấu kẹp được phân biệt như sau:

- Thiết bị kẹp cơ khí
- Thiết bị kẹp thuỷ lực
- Thiết bị kẹp khí nén
- Thiết bị kẹp điện

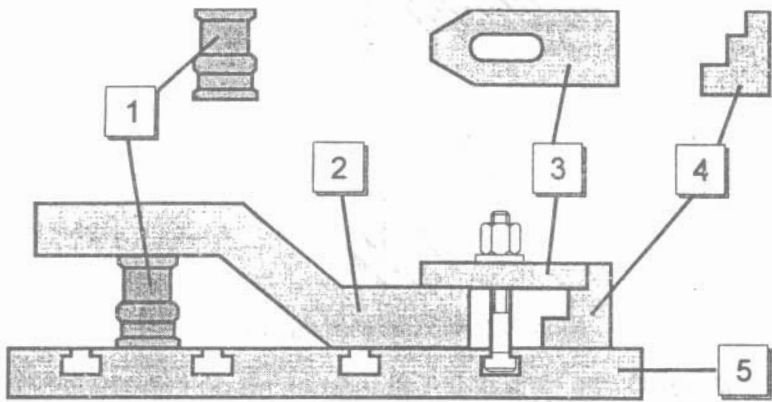
1. Thiết bị kẹp cơ khí

Thiết bị kẹp cơ khí gồm nhiều bộ phận như: đòn kẹp, gối đỡ, hình 172, 173, bulông kẹp với đầu T.



Hình 172. **Đòn kẹp và gối đỡ**

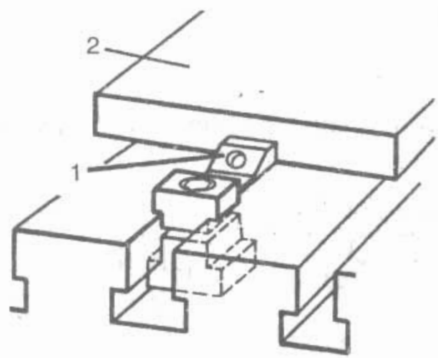
Để đỡ chi tiết gia công nặng còn sử dụng cả gối tựa và cái định hướng, hình 173.



Hình 173. Đòn kẹp, gối đỡ và gối tựa

1 gối tựa; 2 chi tiết gia công; 3 đòn kẹp; 4 gối đỡ; 5 bàn máy.

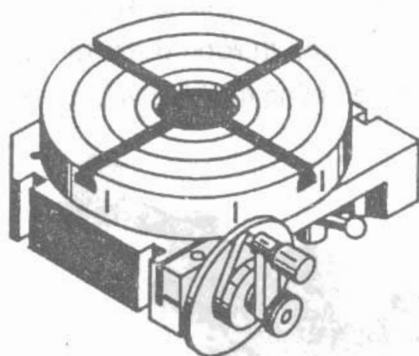
Để kẹp các chi tiết gia công phẳng và bề mặt cần để trống để gia công cần dùng những cặp phẳng để kẹp, hình 174.



Hình 174. Tấm kẹp phẳng

1. tấm kẹp phẳng; 2. chi tiết gia công.

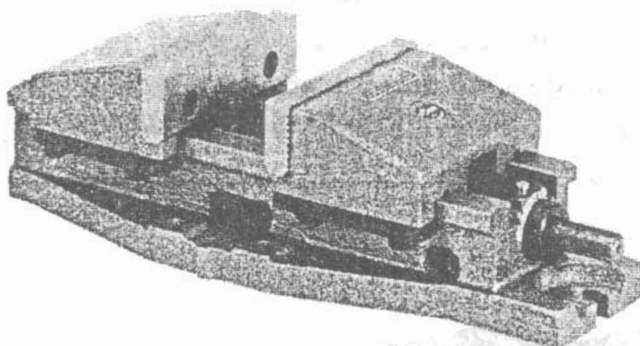
Với trợ giúp của mâm phân độ với mâm xoay các chi tiết có thể được gia công nhanh, đối xứng từ các phía khác nhau. Cũng có thể gá mâm lên trên mâm phân độ để phân chia và gia công chính xác các chi tiết dạng tròn, hình 175.



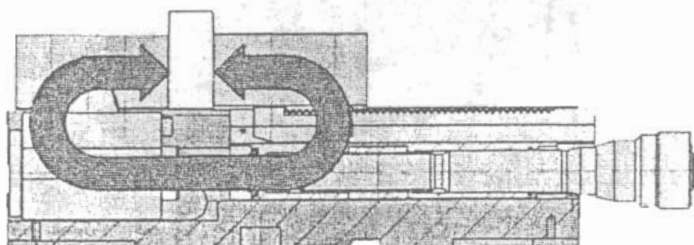
Hình 175. **Mâm phân độ với mâm xoay**

2. Êtô máy, hình 176

Êtô máy sử dụng dễ dàng và chắc chắn, được dùng để kẹp các chi tiết nhỏ. Việc cân chỉnh của chi tiết đầu tiên được thực hiện với sự trợ giúp của đồng hồ so. Đường biểu diễn lực kẹp trên êtô được thể hiện trong hình 177.

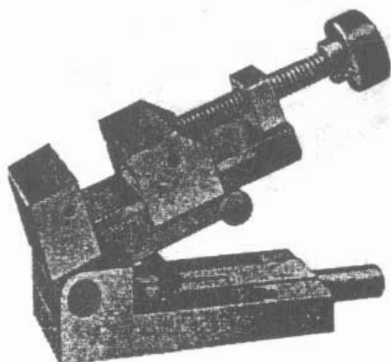


Hình 176. **Êtô máy Röhm UZ**



Hình 177. **Đường biểu diễn lực kẹp**

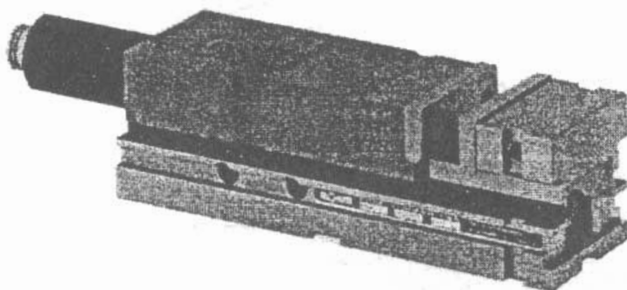
Êtô máy đa năng, hình 178, có thể quay được cũng như có thể bẻ ngang hoặc thẳng đứng. Lực kẹp thường được tạo ra bằng tay. Tuy nhiên cũng có loại êtô tạo ra lực kẹp bằng thuỷ lực và khí nén.



***Hình 178.* Êtô đa năng Röhm PS-SV**

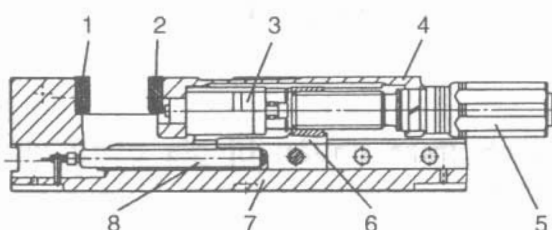
3. Thiết bị kẹp thuỷ lực và khí nén

Máy công cụ CNC sử dụng êtô NC, hình 179, tạo ra lực kẹp bằng xilanh thuỷ lực và khí nén. Các êtô NC vận hành bằng khí nén cho phép rút ngắn thời gian đóng và mở êtô. Tuy nhiên áp lực hoạt động nhỏ nên không thể đạt được lực kẹp lớn. Để tạo ra lực kẹp lớn người ta dùng thiết bị kẹp thuỷ lực, có bộ phận điều chỉnh áp lực để tạo ra lực kẹp theo yêu cầu.



***Hình 179.* Cấu tạo của êtô NC Röhm RBA**

Cấu tạo của êtô NC được minh họa trong hình 180.

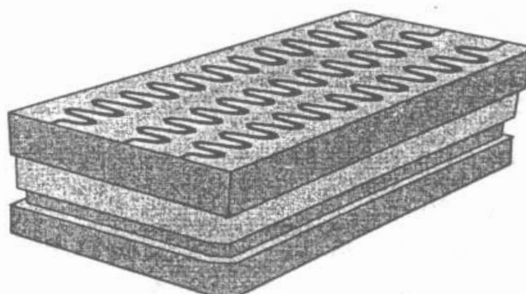


Hình 180. Cấu tạo của êtô NC Röhm RBA

1 - ngàm kẹp cố định; 2 - ngàm kẹp chuyển động; 3 - bộ phận thuỷ lực; 4 - phần ngàm chuyển động; 5 - trục; 6 - đai ốc; 7 - thân; 8 - lò xo nén.

4. Thiết bị kẹp từ tính

Chi tiết gia công bằng thép có thể kẹp bằng thiết bị kẹp điện từ, hình 181. Chi tiết được hút vào bàn kẹp tuỳ theo tính chất của dòng điện từ bàn kẹp. Sau khi ngắt dòng, chi tiết được nhả và có thể lấy nhẹ nhàng.



Hình 181. Bàn kẹp điện từ

Chương 4. Lập trình NC

4.1. Tổ chức và trình tự công việc khi lập trình NC bằng tay

I. So sánh cách thức chuẩn bị gia công cho máy thông thường và máy CNC

Gia công trên máy CNC có hàng loạt lợi thế hơn hẳn so với gia công trên máy thông thường, ví dụ, thời gian gia công ngắn hơn và năng suất gia công cao hơn. Để có thể tận dụng được các ưu thế này, công việc chuẩn bị phải được thực hiện tương xứng.

Mục đích của sản xuất là đạt được tỷ lệ thời gian chính trên máy công cụ, nghĩa là tỷ lệ thời gian cắt gọt, càng cao càng tốt. Trước khi bắt đầu gia công có rất nhiều công việc đã lên kế hoạch cần được thực hiện.

Trên các máy công cụ thông thường, công nhân chỉ có thể hoặc là sản xuất hoặc là lập kế hoạch. Nhờ khả năng tự làm việc theo chương trình NC trên máy công cụ CNC mà công nhân có thể vừa sản xuất vừa lập kế hoạch. Riêng bản thân điều này đã làm cho tỷ lệ thời gian chính khi sử dụng máy CNC cao hơn hẳn.

Khi sản xuất trên máy công cụ thông thường, bản vẽ chế tạo, kế hoạch làm việc và nhiệm vụ sản xuất được chuẩn bị sẵn sàng cho người công nhân. Từ đó, công nhân phải lập kế hoạch chi tiết hơn thành các công đoạn làm việc và chọn dụng cụ. Vì không thể đo dụng cụ trên máy công cụ thông thường, ở mỗi công đoạn họ phải rà với dụng cụ và sau đó đo chi tiết gia công. Khi sử dụng máy công cụ CNC, tất cả các bước này đều được bỏ qua. Tuy nhiên, điều này đòi hỏi dụng cụ phải được đo trước.

Trong chuẩn bị công việc CNC, cho phép nhiều công việc chuẩn bị được chuyển giao cho máy. Mục đích là đối với mỗi nhiệm vụ, tài liệu đồng bộ, dụng cụ và thiết bị gá cũng như phôi được chuẩn bị sẵn sàng để việc hiệu chỉnh và sản xuất có thể bắt đầu ngay. Nhiệm vụ chuẩn bị gia công được chia như sau:

- Xây dựng các tài liệu cần thiết
- Đo dụng cụ cắt
- Quản lý dụng cụ và thiết bị gá
- Sẵn sàng tất cả các tài liệu và trang thiết bị phụ trợ

So với máy công cụ thông thường, tài liệu cần thiết cho gia công CNC cần được chuẩn bị chi tiết, tỉ mỉ hơn. Xây dựng các tài liệu này cần nhiều thời gian hơn, tuy nhiên chúng cho phép sử dụng ngay cho các hợp đồng lặp lại.

Bên cạnh chương trình NC, để hiệu chỉnh máy CNC còn cần xây dựng phiếu hiệu chỉnh. Trong đó có tất cả các dữ liệu về dụng cụ được sử dụng và vị trí kẹp chi tiết gia công.

Việc đo dụng cụ cho phép máy CNC vận hành tự động và sử dụng đơn giản dụng cụ trên nhiều máy.

Việc quản lý dụng cụ và thiết bị gá ở khâu chuẩn bị công việc cho máy CNC phức tạp hơn vì so với máy thông thường nói chung, dụng cụ và thiết bị gá được sử dụng đa dạng hơn và chúng cần được mô tả chi tiết hơn. Các dữ liệu được lưu trữ trong bộ trữ cho dụng cụ cũng như cho thiết bị gá.

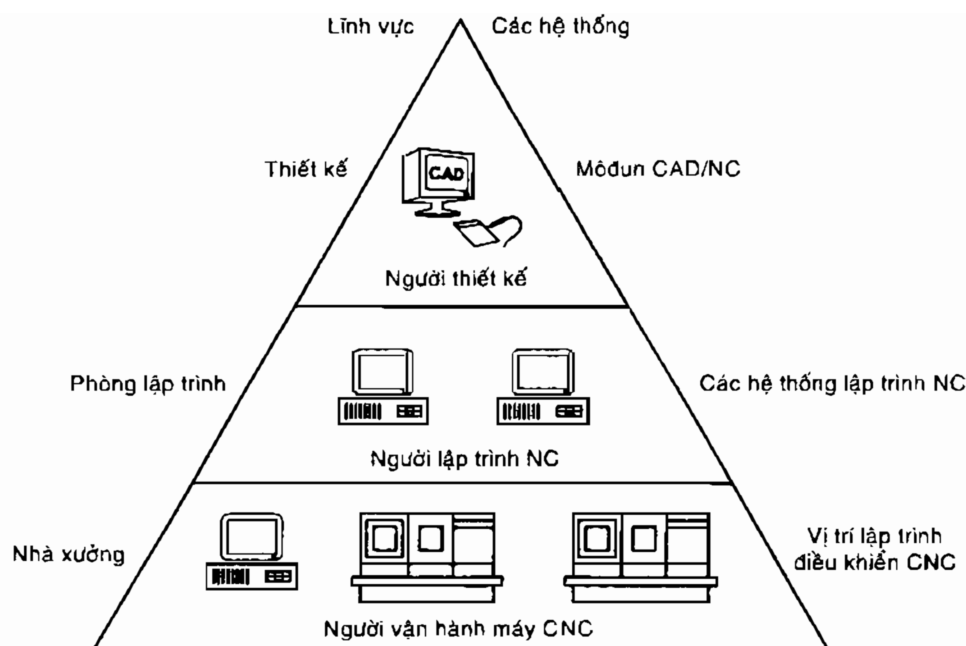
Việc sẵn sàng đồng bộ tất cả các tài liệu, dụng cụ đã được hiệu chỉnh trước và các trang thiết bị phụ trợ cho phép hiệu chỉnh nhanh máy CNC. Mục đích nhằm, giảm thời gian đợi của máy xuống và tăng thời gian gia công chính của máy lên.

II. Tổ chức lập trình NC

Chương trình NC có thể xây dựng ở nhiều bộ phận khác nhau. Theo cách tổ chức có các hình thức lập trình NC khác nhau sau:

- Xây dựng chương trình ở khu vực chuẩn bị công việc.
- Xây dựng chương trình ở khu vực xưởng.

Liên kết tổ chức của hai hình thức này được biểu diễn ở hình 182.



***Hình 182.* Liên kết tổ chức của lập trình NC**

1. Xây dựng chương trình trong khu vực chuẩn bị sản xuất

Trong bộ phận chuẩn bị tất cả các biện pháp đã lên kế hoạch để thực hiện nhiệm vụ sản xuất được thực hiện. Các biện pháp này đã được sắp xếp thời gian trước khi sản xuất. Vì bộ phận này nằm ngoài khu vực xưởng, nên người ta gọi là lập trình bên ngoài.

Chương trình NC được xây dựng bởi các nhân viên được đào tạo đặc biệt để xây dựng chương trình NC. Họ làm việc chủ yếu tại vị trí lập trình và xây dựng chương trình cho máy. Bên cạnh việc lập trình, ở đây còn chịu trách nhiệm quản lý chương trình. Việc kết nối với máy công cụ CNC được thực hiện qua mạng vận hành DNC.

Việc xây dựng chương trình ở khu vực chuẩn bị công việc sẽ là hợp lý, khi:

- Chương trình NC lớn, phức tạp.
- Chương trình NC cần xây dựng cho chi tiết gia công phức tạp.
- Cần quản lý nhiều chương trình NC.

- Có nhiều máy công cụ CNC.

Nhược điểm:

- Chương trình NC cần được tối ưu hoá trên máy CNC.
- Ít tiếp xúc với khu vực xưởng.

2. Xây dựng chương trình ở khu vực xưởng

Nếu xây dựng chương trình NC ở khu vực xưởng người ta gọi đây là lập trình trên máy. Chương trình NC có thể dược lập trình trực tiếp trên máy hoặc tại vị trí lập trình đặt gần máy.

Chương trình NC được xây dựng trong khu vực xưởng hoặc khu vực chuẩn bị công việc được người vận hành kiểm tra và tối ưu hoá ngay trên máy khi điều chỉnh.

Việc xây dựng chương trình ở khu vực xưởng sẽ hợp lý, khi:

- Nhân viên ở xưởng có kinh nghiệm.
- Chương trình NC ngắn.
- Chương trình NC cho chi tiết đơn giản.
- Chỉ có ít máy CNC.
- Cần quay lại nhanh chương trình NC có sẵn.

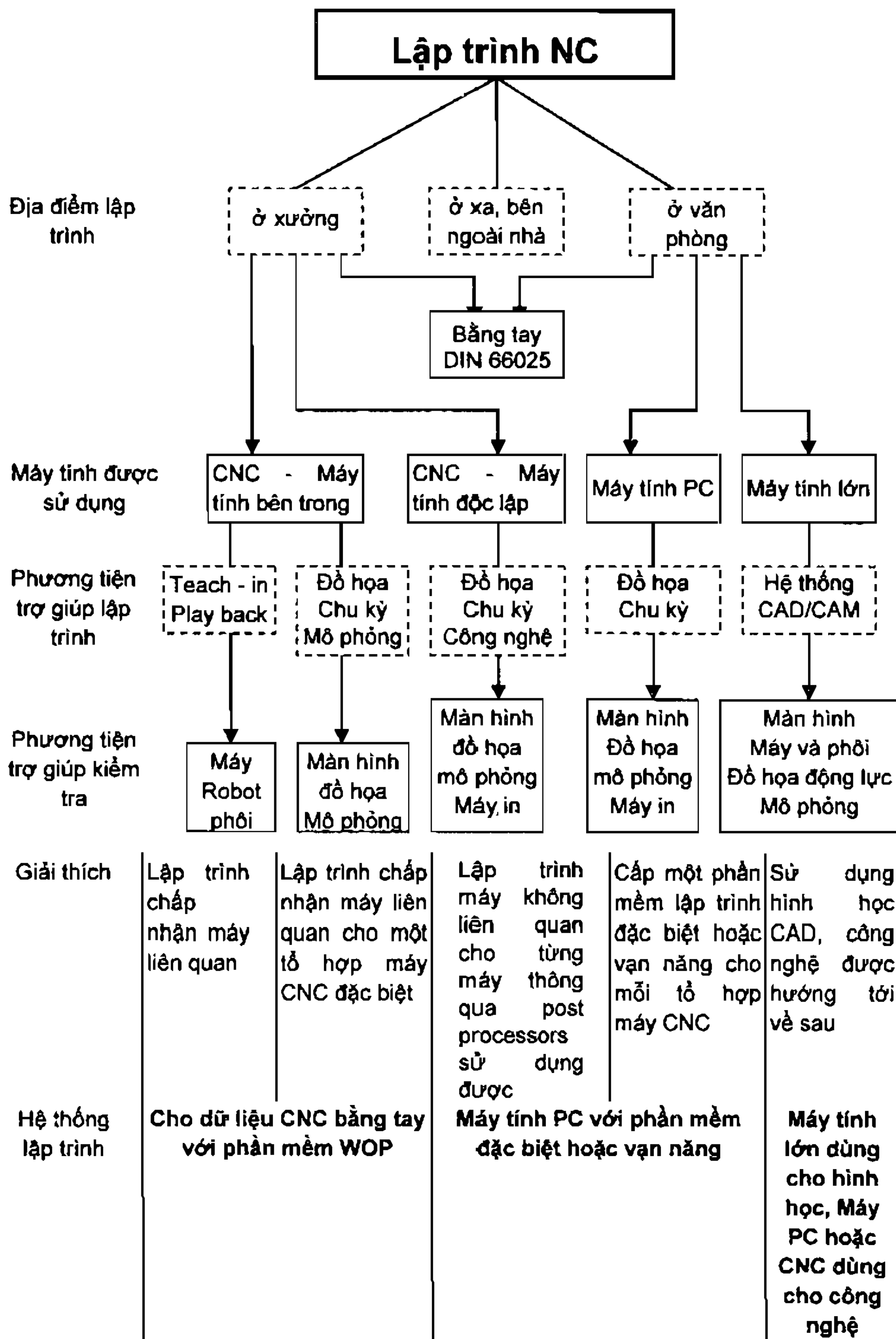
Nhược điểm:

- Nhân viên ở xưởng phải được bồi dưỡng đặc biệt.
- Máy phải dừng nhiều do thời gian lập trình lâu.

3. Sự khác nhau giữa lập trình bằng tay và bằng máy

Khi lập trình bằng tay, người lập trình viết chương trình NC trực tiếp ở dạng mà hệ điều khiển CNC có thể hiểu được. Mỗi bước mà máy CNC cần thực hiện phải được lập trình riêng.

Tuỳ thuộc vào công suất của hệ điều khiển CNC và mức độ phức tạp hình học của chi tiết, đôi khi việc tính toán hình học là rất phức tạp. Vì vậy sẽ có khả năng gây lỗi hoặc va chạm, ví dụ, với thiết bị gá không được nhận biết tự động. Để kiểm tra lại chương trình NC, phần lớn trong các hệ điều khiển CNC có tích hợp các mô phỏng, nhờ nó mà các chuyển động của dụng cụ được biểu diễn.



Hình 183. Tập hợp các phương pháp và hệ thống lập trình NC

Khi lập trình bằng máy, người lập trình được trợ giúp bởi hệ thống lập trình. Hệ thống này đảm nhiệm công việc thường gây ra lỗi khi lập trình bằng tay, ví dụ, tính tọa độ và thông số cắt.

Sự khác nhau về mặt nguyên lý của lập trình bằng máy so với lập trình bằng tay là: không phải hành trình của dụng cụ cắt được mô tả theo từng bước một, mà là chi tiết cần trông như thế nào sau khi gia công. Vì thế sự tách bạch giữa dữ liệu hình học và dữ liệu công nghệ được tính toán trước.

Quá trình xây dựng một chương trình NC bằng máy được mô tả như sau:

1. Bước thứ nhất. Chi tiết được mô tả hình học. Hình dạng sau khi gia công và cả dạng phôi.

2. Xác định từng bước gia công. Hệ thống lập trình trợ giúp người lập trình, xem xét tất cả các dụng cụ có thể sử dụng và chọn ra cái thích hợp, tính toán tự động các dữ liệu cắt cần thiết.

3. Cuối cùng tạo ra một chương trình NC cho máy CNC riêng biệt với một hệ điều khiển CNC cụ thể mà sau đó có thể truyền tải tới máy này.

Lập trình CNC có thể tiến hành với các phương pháp khác nhau ở các địa điểm khác nhau. Sơ đồ hình 183 trình bày tổng thể các khả năng này.

III. Quá trình lập trình NC bằng tay tại vị trí lập trình

Sản xuất trên máy công cụ CNC đòi hỏi một kế hoạch được lập cẩn thận và sự chuẩn bị sản xuất chu đáo. Toàn bộ công việc được kỹ thuật viên thực hiện trên máy tiện và máy phay trước đây, để làm việc trên máy CNC phải được người lập trình CNC suy nghĩ thấu đáo trước và mô tả chúng.

Khi lập trình NC bằng tay, người lập trình thể hiện nhiệm vụ gia công trong chương trình NC mà không có sự trợ giúp của hệ thống lập trình. Về nguyên tắc cần thực hiện theo các bước sau:

1. Xác định quy trình gia công.

2. Xác định dụng cụ cần thiết.

3. Xác định các thông số công nghệ.

4. Xác định các thông số hình học.

5. Xây dựng chương trình NC cho t ừng bước gia công.

6. Kiểm tra chương trình NC.

Các nhiệm vụ cần thực hiện được mô tả và giải thích trong hình 184.

1. Xác định quy trình gia công

Việc xác định quy trình gia công sẽ cấu trúc hoá chương trình NC cần xây dựng. Xuất phát từ bản vẽ chế tạo người lập trình xác định được các bước làm việc cụ thể. Ngoài ra cần xác định phương án kẹp cần thiết, thiết bị kẹp được sử dụng cũng như các bước gia công cụ thể trong một kế hoạch về trình tự công việc.

2. Xác định dụng cụ cần thiết

Người lập trình xác định dụng cụ gia công cần thiết cho từng bước gia công cụ thể. Dụng cụ được chọn từ ngân hàng dụng cụ cắt.

3. Xác định thông số công nghệ

Đối với mỗi bước gia công cần xác định các thông số cắt phụ thuộc vào vật liệu và dụng cụ được sử dụng.

4. Xác định thông số hình học

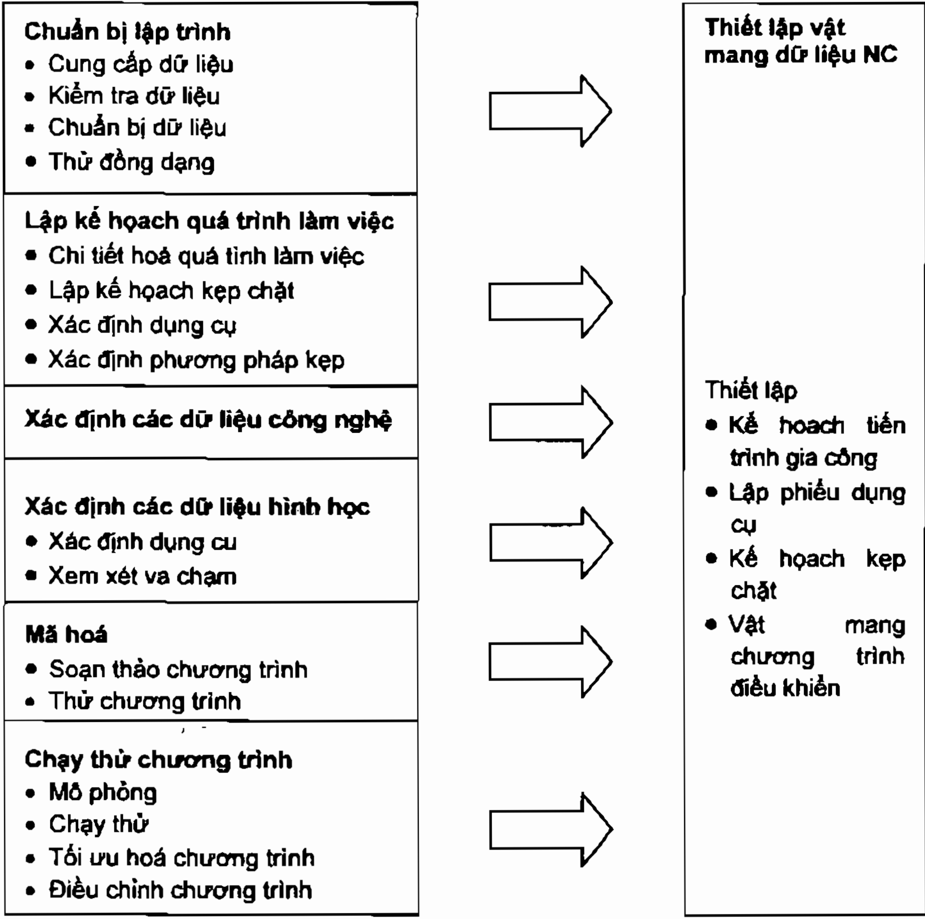
Các tọa độ cần thiết để lập trình chuyển động dụng cụ được lấy từ bản vẽ chế tạo hoặc được xác định bằng cách tính toán từ các tọa độ đã biết.

5. Xây dựng chương trình NC cho từng bước gia công

Tạo lập từng bước chương trình trong phiếu lập trình trên cơ sở các thông số hình học và công nghệ đã xác định trên đây.

6. Kiểm tra chương trình NC

Trên máy công cụ CNC, mô phỏng chuyển động dụng cụ để kiểm tra và nhận biết lỗi lập trình.



Hình 184. Các bước lập trình NC

IV. Đảm bảo chất lượng trong gia công CNC

Chất lượng các chi tiết được gia công trên máy công cụ thông thường, trước hết phụ thuộc vào trình độ và độ ổn định của người vận hành máy. Ngược lại trên máy CNC, người ta có thể chế tạo các chi tiết giống nhau trong thời gian dài với cùng chất lượng.

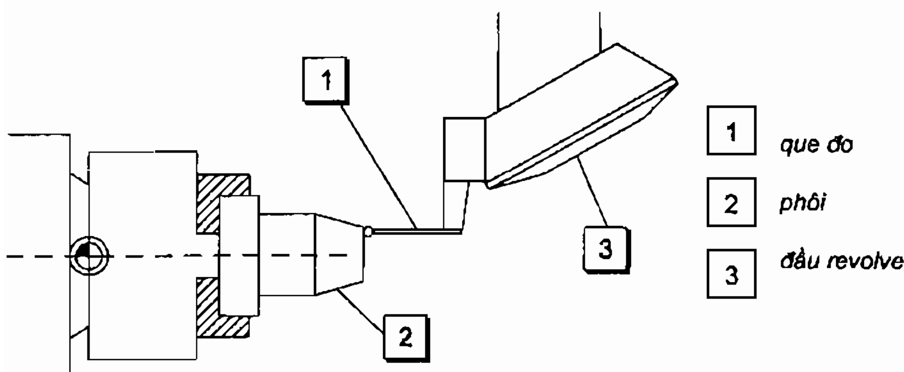
Các yếu tố dưới đây có thể ảnh hưởng tới chất lượng của chi tiết gia công.

- Chương trình NC được xây dựng.
- Mức mài mòn của dụng cụ (tuổi bền của lưỡi cắt).
- Vật liệu của chi tiết (tính chất và hình dạng).
- Bản thân máy CNC (độ chính xác và ổn định - lắp đặt đảm bảo không có rung động).
- Ảnh hưởng của môi trường (tác động qua lại của nhiệt độ).
- Tâm trạng của người vận hành (nhận biết các lỗi dẫn đến giảm chất lượng).

1. Các khả năng ảnh hưởng tới chất lượng

Các phương pháp để hạn chế các yếu tố ảnh hưởng tới chất lượng có thể như sau:

- Kiểm tra, tối ưu hoá chương trình NC đã xây dựng, thận trọng khi gia công chi tiết đầu tiên cũng như thực hiện các hiệu chỉnh cần thiết để đảm bảo giữ được kích thước chính xác.
- Theo dõi độ mòn của dụng cụ trên máy CNC. Chức năng giám sát này do hệ điều khiển CNC đảm nhiệm, ví dụ một dụng cụ cắt, khi đã đạt tuổi bền tối đa được tự động thay thế bằng một dụng cụ khác giống như vậy. Một khả năng xác định độ mòn khác: phát hiện sự tăng lực cắt, để thực hiện điều đó, các máy CNC hiện đại được trang bị dụng cụ đo lực cắt. Khi lực cắt tăng quá đường đặt trước thì dụng cụ được tự động thay.
- Độ lệch kích thước có thể nhận biết nhờ hệ thống đo được tích hợp. Khi đo dụng cụ bên trong, ví dụ, trên máy tiện CNC, một đầu đo được bố trí ở vị trí không chạm trong đầu revolve (xem hình 189). Trong trình tự gia công theo chu trình, một quá trình đo được thiết lập và thực hiện tự động. Quá trình này do chương trình đo CNC trong hệ điều khiển CNC điều hành.



Hình 185. **Đo chi tiết gia công trên máy tiện CNC**

Đo và kiểm tra chính xác với kỹ thuật đo kiểm đã kiểm định, hình 185.

- Đào tạo nhân lực vận hành máy.
- Chuẩn hoá khí hậu gian máy.
- Chú ý chất lượng khi mua và lắp đặt máy.

2. Luyện tập ở xưởng

Tuỳ theo khả năng sẵn có, học sinh tiếp cận với các phương pháp lập trình khác nhau, quản lý chương trình NC cũng như các ngân hàng thiết bị gá, ngân hàng dụng cụ.

4.2. Cơ sở lập trình NC

Một chương trình NC bao gồm một chuỗi lệnh điều hành máy công cụ CNC gia công một chi tiết nhất định.

Chương trình NC này chứa một lệnh với các thông tin tương ứng cho mỗi bước gia công trên máy CNC. Lệnh này được mã hoá dưới dạng ký tự số, có nghĩa, bao gồm các chữ cái, chữ số và ký hiệu.

1. Tiêu chuẩn lập trình NC

Với tiêu chuẩn DIN 66025 người ta đã thử thống nhất việc lập trình NC của máy trong lĩnh vực chế tạo. Tuy nhiên, ở đây, người ta chỉ giới hạn ở việc tiêu chuẩn hóa các lệnh cơ bản cũng như cấu trúc chung của một chương trình NC. Nhà chế tạo hệ điều khiển CNC có một không gian rộng lớn để thiết lập các lệnh NC riêng cho hệ điều khiển của họ. Dưới đây là cấu tạo chung của một chương trình NC được mô tả theo DIN 66025.

2. Cấu tạo của chương trình NC

Cấu tạo cơ bản của một chương trình NC được tiêu chuẩn hoá theo DIN 66025 và được mô tả như bảng 19.

Một chương trình NC hoàn chỉnh bao gồm các thành phần sau:

+ Phần **mở đầu chương trình** bao gồm một ký hiệu hoặc một tên (ví dụ: %), thông báo cho hệ điều khiển CNC biết sau đây sẽ có một chương trình NC. Ngoài ra dòng đầu tiên của chương trình NC còn có tên của chương trình (ví dụ: TP0147). Cả hai đặc điểm này cũng phục vụ cho việc quản lý chương trình NC cũng như để gọi ra trong hệ điều khiển CNC.

Bảng 19. Cấu tạo của chương trình NC

% TP0147	Mở đầu chương trình NC
N10 G54 X80 Y100...	Trình tự các câu lệnh NC
...	Với các thông tin để gia công và
N75 G01 Z-10 F0.3 S100 T03 M08	
...	
N435 M30	Lệnh kết thúc chương trình

Tên của chương trình NC có thể chứa ký tự số hoặc chữ cái. Phần lớn các hệ điều khiển CNC sử dụng dãy từ 2 đến 6 ký tự để đặt tên.

Một chương trình NC bao gồm một chuỗi diễn biến hợp lý các **câu lệnh**. Trong số đó chứa các thông tin về công nghệ, hình học, kỹ thuật lập trình mà hệ điều khiển CNC cần cho mỗi bước gia công.

+ Phần **kết thúc chương trình** được lập trình bằng lệnh M30 hoặc M02.

Tất cả những nội dung đứng trước ký hiệu % để bình luận chương trình được hệ điều khiển bỏ qua. Nó đồng thời cho phép tất cả các giải thích cần thiết về chương trình hoặc về chi tiết gia công có thể được đưa về trước chương trình chính. Tuy nhiên cũng có thể có lời bình luận, chú thích bên trong chương trình, ví dụ để biểu thị các câu lệnh đặc biệt. Tuy nhiên những lời chú thích này phải được đặt trong dấu ngoặc đơn.

3. Cấu trúc của câu lệnh, bảng 20

Mỗi câu lệnh NC bao gồm số của câu lệnh, số lượng từ lệnh cũng như một ký hiệu điều khiển riêng, nó thông báo cho hệ điều khiển CNC biết khi nào một câu lệnh NC kết thúc. Ký hiệu điều khiển này được ký hiệu là LF có nghĩa Line Feed, tiến dòng. Khi lập trình NC nó tự động được thiết lập, nếu sau khi nhập một câu lệnh NC, nhấn phím chấp nhận của hệ điều khiển CNC cũng như phím Enter của PC.

Bảng 20. Cấu trúc của một câu lệnh chương trình

N75	G01	Z-10.75	F0.3	S1800	T03	M08	LF
Số của câu lệnh NC	Từ lệnh	Từ lệnh	Từ lệnh	Từ lệnh	Từ lệnh	Từ lệnh	Kí hiệu kết thúc câu lệnh không nhìn thấy

4. Cấu trúc của một từ lệnh, bảng 21

Một từ lệnh bao gồm một chữ cái địa chỉ và một con số có dấu. Ý nghĩa và thứ tự các từ lệnh được quy định trong hướng dẫn lập trình của mỗi hệ điều khiển CNC. Mỗi con số, tuỳ thuộc vào chữ cái địa chỉ, có nghĩa là một mã lệnh hoặc một giá trị.

Bảng 21. Cấu trúc của từ lệnh của chương trình

Ví dụ	Địa chỉ	Số	Ý nghĩa
N75	N	75	Số 75 mô tả số của câu lệnh NC cho địa chỉ N
G01	G	01	Số 01 có ý nghĩa là một mã lệnh cho địa chỉ G. Lệnh NC G01 cho biết "Hành trình của dụng cụ là đường thẳng với vận tốc tiến dao"
Z-10.75	Z	-10.75	Số -10.75 có nghĩa là một giá trị cho địa chỉ Z. Liên quan với lệnh NC G01 của ví dụ câu lệnh NC ở trên, Z-10.75 có nghĩa: dụng cụ cần dịch chuyển về vị trí Z=-10.75 trong hệ tọa độ hiện tại của chi tiết gia công

Dạng cho số phụ thuộc vào hệ thống điều khiển CNC tương ứng: Z-35.5 tương ứng với cùng tọa độ đích như Z-035.500. Trong phần lớn các hệ điều khiển CNC có thể bỏ dấu"+" trong chương trình NC.

Nói chung người ta phân biệt ba nhóm từ lệnh trong câu lệnh NC, bảng 22.

Bảng 22. Nhóm các từ lệnh của chương trình

Các điều kiện về hành trình	Tọa độ	Chức năng đóng - mở và phụ trợ
G00	X	F
G01	Y	S
G02	Z	T
G54		M

Thứ tự các từ lệnh trong một câu lệnh NC được xác định như trong bảng 23:

Bảng 23. Thứ tự các từ lệnh của chương trình

№	Địa chỉ	Ý nghĩa
1.	N	Số của câu lệnh
2.	G	Điều kiện về hành trình
3.	X, Y, Z	Tọa độ
4.	I, J, K	Các tham số nội suy
5.	F	Bước tiến (feed)
6.	S	Số vòng quay của trục (speed)
7.	T	Vị trí của dụng cụ (tool)
8.	M	Chức năng hỗ trợ

Trong câu lệnh, các từ lệnh nào không có thông tin cần thiết cho câu lệnh có thể bỏ đi.

Số của câu lệnh N

Từ đầu tiên của một câu lệnh là số câu lệnh, để nhận biết câu lệnh. Trong một chương trình NC, nó chỉ được phép cho một lần. Số câu lệnh không có ảnh hưởng gì tới việc chấp hành của từng câu lệnh riêng lẻ, vì nó được gọi theo thứ tự nhập vào hệ điều khiển.

Điệu kiện về hành trình G

Cùng với các từ lệnh về tọa độ, điều kiện về hành trình G xác định chủ yếu phần hình học của chương trình NC. Nó bao gồm chữ cái địa chỉ G và một mã lệnh có hai chữ số.

Tọa độ X, Y, Z

Tọa độ X, Y, Z mô tả điểm đích cần thiết cho các chuyển động dịch chuyển.

Tham số nội suy I, J, K

Các tham số nội suy I, J, K, ví dụ trong chuyển động tròn, để mô tả tâm đường tròn và thường được nhập có gia số.

Bước tiến F

Vận tốc, mà dụng cụ cần chuyển động được lập trình với chức năng F. Vận tốc bước tiến F phần lớn được nhập theo đơn vị mm/phút. Trong gia công tiện còn có thể sử dụng đơn vị trên vòng quay của trục chính (mm/vòng).

Số vòng quay trục chính S

Chức năng S dùng để nhập số vòng quay của trục chính. Nó có thể được lập trình trực tiếp theo đơn vị vòng/phút.

Dụng cụ T

Địa chỉ T với mã số sau đây biểu thị một dụng cụ nhất định. Ý nghĩa của địa chỉ T là khác nhau tuỳ thuộc vào hệ điều khiển và có các nhiệm vụ sau:

- Lưu trữ kích thước của dụng cụ cắt trong bộ trữ hiệu chỉnh dụng cụ.
- Gọi dụng cụ cắt từ ổ chứa dụng cụ.

Chức năng bổ trợ M

Chức năng bổ trợ, còn gọi là chức năng trợ giúp, cơ bản chứa các thông số công nghệ, khi chúng không được lập trình trong các từ lệnh dự kiến, ví dụ, với chữ cái địa chỉ F, S, T. Chức năng bổ trợ được nhập với chữ cái địa chỉ M và nhập với mã lệnh có 2 chữ số.

5. So sánh mã lệnh chương trình NC của các hệ điều khiển CNC khác nhau

Trong DIN 66025 các lệnh cơ bản đã được tiêu chuẩn hoá. Nhà sản xuất hệ điều khiển CNC mở rộng hoặc bổ sung các lệnh cơ bản hay các lệnh riêng của mình. Bảng 24 so sánh một số lệnh của các hệ điều khiển CNC khác nhau (các bộ mã G và hệ đối thọai trực tiếp của HEIDENHAIN).

Bảng 24

Mô tả	MTS	SINUMERIK	HEIDENHAIN
Dịch chuyển nhanh	G00	G00	L...F MAX
Nội suy đường thẳng trong bước tiến	G01	G01	L...F...
Nội suy đường tròn theo chiều kim đồng hồ	G02	G02	C...DR-
Nội suy đường tròn ngược chiều kim đồng hồ	G03	G03	C...DR+
Thời gian dừng máy	G04	G04	
Dừng chính xác	G09	G09/G06(modal)	
Đổi đơn vị đo kích thước sang đơn vị inch	G20	G70	MOD-Function
Đổi đơn vị đo kích thước sang mm	G21	G71	MOD-Function
Gọi chương trình con	G22	L...(P...)	CALL LBL...
Lặp lại đoạn chương trình	G23		CALL LBL...REP...
Dừng chọn hiệu chỉnh bán kính lưỡi cắt -dao phay	G40	G40	DEP...
Hiệu chỉnh bán kính lưỡi cắt -dao phay bên trái biên dạng	G41	G41	RL
Hiệu chỉnh bán kính lưỡi cắt -dao phay bên phải biên dạng	G42	G42	RR

Bảng 24 (tiếp theo)

Mô tả	MTS	SINUMERIK	HEIDENHAIN
Vào và ra dao song song với biên dạng	G45		APPR/DEP LT
Vào và ra dao theo biên dạng nửa đường tròn	G46	G348/G348	APPR/DEP CT
Vào và ra dao theo biên dạng một phần tư đường tròn	G47	G247/G248	APPR/DEP CT
Ngừng dịch chuyển điểm 0 gia số	G53		CYCL DEF 7.0..
Đặt điểm 0 tuyệt đối	G54 ...	G54...G57	
Dịch chuyển điểm 0 gia số	G59	G58/G59	CYCL DEF 7.0..
Lập trình kích thước tuyệt đối	G90	G90	
Lập trình kích thước gia số	G91	G91	
Bước tiến mm/phút	G94	G94	
Bước tiến mm/vòng	G95	G95	
Chu trình khoan (Phay)	G81		CYCL DEF 1.0..
Chu trình phay hốc vuông	G87		CYCL DEF 4.0..
Chu trình gia công thô bóc lớp hình vuông	G76	L95	
Chu trình gia công thô song song đường biên dạng	G83		
Chu trình tiện rãnh	G79	L93	
Tọa độ X	X	X	X
Tâm đường trong theo hướng Z	K	K	CC...

Bảng 24 (tiếp theo)

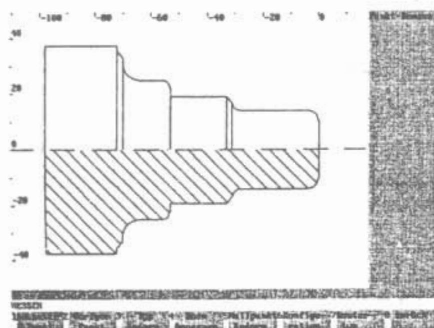
Mô tả	MTS	SINUMERIK	HEIDENHAIN
Số vòng quay	S	S	S
Bước tiến	F	F	F
Chọn một dụng cụ	T	T	TOOL CALL
Mở trục chính quay phải	M3	M3	M3
Mở chất làm mát	M8		M8
Kết thúc chương trình	M30	M30	M30

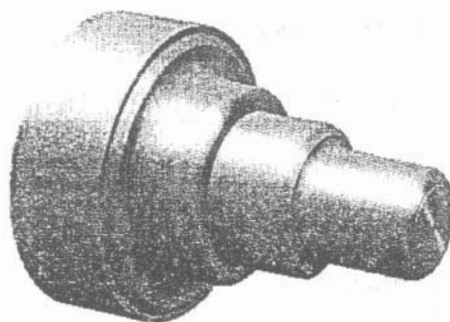
6. Luyện tập

a) Luyện tập tiện CNC

Hãy mô tả ý nghĩa tương ứng với từ lệnh để tiện tinh chi tiết trong chương trình NC dưới đây:

Hình ảnh chi tiết hoàn thành được mô tả ở hình 186.





Hình 186. **Hình ảnh chi tiết hoàn thành**

Chương trình gia công tiện chi tiết ở hình 186:

% 0521 Mở đầu và tên chương trình

N05	T0404 G96 S140 M4	dụng cụ số 4, mở ổn định tốc độ cắt, quay trái
N10	G92 S3000	giới hạn số vòng quay
N15	G0 X20 Z2 M8	bật nước làm mát
N20	G1 X20 Z0 G42	bù bán kính dụng cụ bên phải công tua
N25	G3 X28 Z-4 I0 K-4	tâm cung tròn theo hướng X và hướng Z
N30	G1 Z-28	
N35	G2 X34 Z-31 I3 K0	nội suy cung tròn theo chiều kim đồng hồ
N40	G1 X38 Z-33	
N45	G1 Z-53	
N50	G1 X44	
N55	G3 X50 Z-56 I0 K-3	nội suy cung tròn ngược chiều kim đồng hồ
N60	G1 Z-64	
N65	G2 X62 Z-70 I6 K0	
N70	G1 X66	
N75	G1 X71 Z-72	
N80	G1 X76	
N85	G40	
N90	G0 X200 Z200 M5 M9	tắt trục chính, ngắt làm mát
N95	M30	

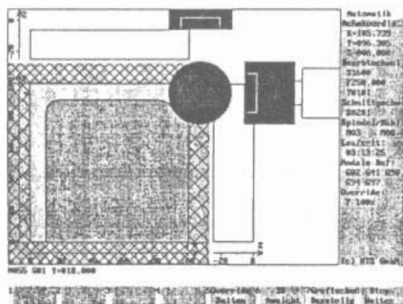
b) Luyện tập phay CNC

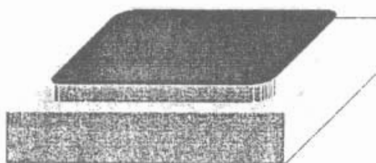
Hãy mô tả ý nghĩa tương ứng với từng lệnh để phay chi tiết trong chương trình NC, bảng 36. Hình ảnh mô phỏng chi tiết phay được cho ở hình 187.

Chương trình phay chi tiết ở hình 187.

% 0620   Mở đầu và tên chương trình

N05	G54 X+145.000 Y+090.000 Z+114.000	đặt điểm zêrô tuyệt đối
N10	T0101 M03 S1600	
N15	G00 X-030.000 Y-030.000	
N20	Z-006.000 M08	
N30	G41 G47 A+022.000 G01	bán kính cung tròn 1/4
	X+010.000 Y-002.000 F250.000	
N35	Y+82.000	
N40	G02 X+018.000 Y+090.000 B+008.000	bán kính
N45	G01 X+082.000	
N50	G02 X+090.000 Y+082.000 B+008.000	
N55	G01 Y+018.000	
N60	G02 X+082.000 Y+010.00 B+008.000	
N65	G01 X+018.000	
N70	G02 X+010.000 Y+018.000 B+008.000	
N75	G03 X-010.000 Y+048.000 B+030.000	
N80	G40 G47 A+022.000	
N85	G00 Z+100.000 M05 M09	Tắt trục chính, ngắt chất làm mát
N90	M30	





Hình 187. **Hình ảnh chi tiết phay**

c) Luyện tập ở xưởng

Gọi và gia công từng bước một chương trình NC đã có trên máy CNC có sẵn.

Đặc biệt chú ý làm quen với bảng điều khiển với các ký hiệu riêng của nhà chế tạo.

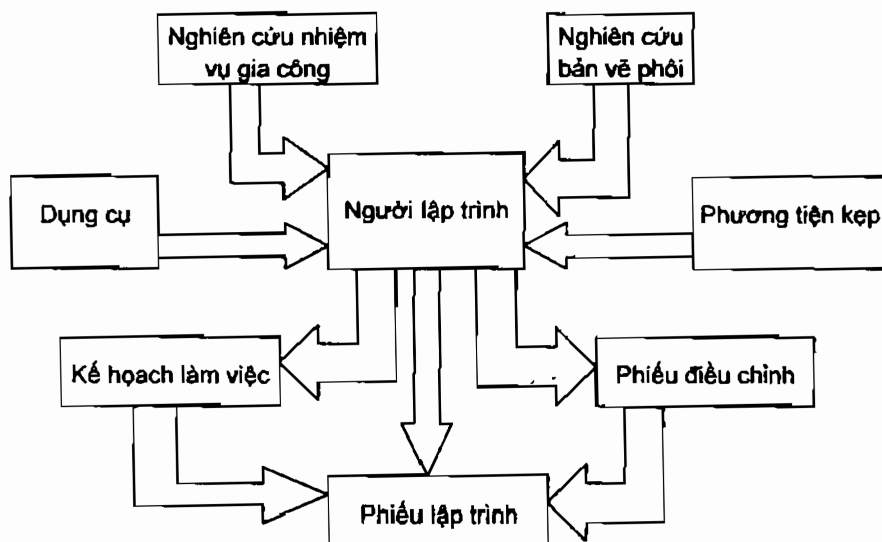
4.3. Cơ sở lập trình NC bằng tay

I. Các bước lập trình NC bằng tay

Lập trình bằng tay gồm có 4 bước sau đây:

1. Phân tích bản vẽ chế tạo
2. Xác định kế hoạch làm việc
3. Chọn thiết kế gá và dụng cụ cần thiết (phiếu điều chỉnh công nghệ)
4. Xây dựng chương trình NC (phiếu lập trình)

Nhiều tài liệu phải được xem xét và phân tích cũng như các kế hoạch thực hiện nhiệm vụ sản xuất phải được xây dựng (xem hình 188).



Hình 188. Các bước trong lập trình bằng tay

a) Phân tích bản vẽ

Trong bản vẽ chế tạo (xem hình 189, 190) đã chứa các thông tin về hình học và công nghệ sản xuất chi tiết. Từ bản vẽ này người ta có thể lấy ra kích thước, độ nhám cũng như các chỉ dẫn về phương pháp chế tạo cần ứng dụng (ví dụ: gia công cắt gọt, gia công ren, độ cứng). Trong phiếu "Nhiệm vụ sản xuất" cũng đề cập tới các công việc cần thực hiện cũng như số lượng chi tiết gia công, thời gian sản xuất.

Hình 189. **Bản vẽ chế tạo chi tiết tiện**

Hình 190. **Bản vẽ chế tạo chi tiết phay**

b) Xác định kế hoạch làm việc

Từ bản vẽ chế tạo và phiếu "nhiệm vụ sản xuất" (xem bảng 25) xây dựng trình tự sản xuất, nghĩa là xác định thứ tự các bước công việc cụ thể và đưa vào kế hoạch làm việc (xem hình 195). Tại thời điểm này cần phải

lưu ý tới vị trí kẹp. Đối với vị trí kẹp phức tạp hoặc đổi kẹp cần vẽ phác họa phương án kẹp.

Bảng 25. Nhiệm vụ sản xuất

Dạng cơ bản –NR4711	Kế hoạch làm việc chuẩn-Nr007	Ngày 13.03.91
Hình vẽ dạng cơ bản: bánh răng	**Các giá trị giới hạn:** 90 ≤ Da < 150 35 ≤ Di < 80 10 ≤ NB < 20 2 ≤ Z < 20 Da - đường kính ngoài Z - số răng Di - đường kính trong NB - chiều rộng rãnh then	**Phôi:** Thanh trụ tròn Dr = 1.05 x Da Lr = L + 5 Vật liệu: C45 Dr - đường kính phôi Lr - chiều dài phôi

AVO-Nr	Trình tự công việc	Phương tiện hỗ trợ gia công	Bước công việc lựa chọn Tiêu chuẩn quyết định	Nhóm máy	Điểm Chi phí	te [phút]	Công thức tính thời gian 1 chi tiết, te [phút/chi tiết]
01	Cưa Lr mm dọc và lấy bavia phôi			55/1	1101	3	te = 0,5xDr
02	Tiện và gia công các lỗ chính	Bản vẽ phác	120 ≤ Da <240 30 ≤ L< 80	66/1	1212	12	te = 1,5x(Dr - Da) + 0,1xLr
03	Lấy dấu		Có các lỗ hướng trục		1300	0	te = 0,5 x số lỗ
04	Gia công các lỗ phụ		Có các lỗ hướng trục và các lỗ -ϕ ≤10mm	71/1	1217	2	te = 0,5 x số lỗ
			Có các lỗ hướng trục và các lỗ -ϕ >10mm	72/1	1217	2	te = 0,05 x số lỗ x chiều sâu lỗ

CNC
Drehen
Fräsen

KẾ HOẠCH LÀM VIỆC

Mathematisch Technische Software-Entwicklung GmbH

Blatt
Datum

Programm Nr. ______
Programmierer ______
Zeichnungs Nr. ______
Benennung ______
Werkstatt ______
Rohteil/Halbzeug ______

Trình tự gia công

Nr.	Arbeitsgang	Werkzeug Datei Nr.	Magazin station	Schnittdaten
				F n v_c
				F n v_c
				F n v_c
				F n v_c
				F n v_c
				F n v_c
				F n v_c
				F n v_c
				F n v_c
				F n v_c
				F n v_c
				F n v_c

CNC
Drehen
Fräsen

KẾ HOẠCH LÀM VIỆC

Mathematisch Technische Software-Entwicklung GmbH

Blatt
Datum

Programm Nr. ______
Programmierer ______
Zeichnungs Nr. ______
Benennung ______
Werkstatt ______
Rohteil/Halbzeug ______

Trình tự gia công

Nr.	Arbeitsgang	Werkzeug Datei Nr.	Magazin station	Schnittdaten
				F n v_c
				F n v_c
				F n v_c
				F n v_c
				F n v_c
				F n v_c
				F n v_c
				F n v_c
				F n v_c
				F n v_c
				F n v_c
				F n v_c

Hình 191. **Kế hoạch làm việc**

c) Chọn thiết bị gá và dụng cụ cần thiết

Trong giai đoạn này, toàn bộ các dữ liệu cần thiết để thực hiện từng bước công việc nhằm sản xuất ra chi tiết đúng chất lượng, được điền vào kế hoạch làm việc (xem hình 191). Sau khi chọn thiết bị kẹp chọn dụng cụ cắt cần thiết và tính các thông số cắt thích hợp cho từng công đoạn sản xuất.

Trong phiếu điều chỉnh công nghệ (xem hình 192) chứa tất cả các thông tin cần thiết cho việc điều chỉnh máy CNC. Đặc biệt các dữ liệu về số chương trình và số bản vẽ cũng như ký hiệu chi tiết gia công, tạo điều kiện quản lý tất cả các tài liệu cần thiết cho việc sản xuất. Trong trường hợp hợp đồng được lặp lại, nhờ các dữ liệu về định vị chi tiết gia công, việc hiệu chỉnh vị trí kẹp sẽ đơn giản hơn rất nhiều.

d) Xây dựng chương trình NC

Người lập trình xây dựng chương trình NC với sự trợ giúp của bản vẽ chế tạo và kế hoạch làm việc và thiết lập từng câu lệnh trên phiếu lập trình (xem hình 193). Phiếu lập trình này tổng hợp các tài liệu đã có. Nhờ vậy, khi hợp đồng quay lại thì việc điều chỉnh máy có thể bắt đầu ngav lập tức.

CNC Drehen	Phiếu lập trình	Blatt
	Mathematisch Technische Software-Entwicklung GmbH	Datum

Programm Nr.		Programmierer	
Zeichnungs Nr		WZM/Steuerung	
Benennung		Rohteil/Halbzeug	
Spannart		Spannmittel	
Reitstockposition		Einspanntiefe	

Magazin station	Werkzeugbenennung	Werkzeug Datei Nr.	Korrekturdaten	Arbeitsgang
			X Z R Quadr.	
			X Z R Quadr.	
			X Z R Quadr.	
			X Z R Quadr.	
			X Z R Quadr.	
			X Z R Quadr.	
			X Z R Quadr.	
			X Z R Quadr.	
			X Z R Quadr.	
			X Z R Quadr.	
			X Z R Quadr.	
			X Z R Quadr.	

CNC Fräsen	Phiếu lập trình	Blatt
	Mathematisch Technische Software-Entwicklung GmbH	Datum

Programm Nr.		Programmierer	
Zeichnungs Nr.		WZM/Steuerung	
Benennung		Rohteilmaße	
Werkstückposition		Backenbacken-spannung	
Backenspannung		Versatz	

Dữ liệu dụng cụ/ Vị trí magazin

Magazin station	Werkzeugbenennung	Werkzeug Datei Nr.	Korrekturdaten	Arbeitsgang
			X Z R Quadr.	
			X Z R Quadr.	
			X Z R Quadr.	
			X Z R Quadr.	
			X Z R Quadr.	
			X Z R Quadr.	
			X Z R Quadr.	
			X Z R Quadr.	
			X Z R Quadr.	
			X Z R Quadr.	
			X Z R Quadr.	
			X Z R Quadr.	

Hình 192. Phiếu điều chỉnh công nghệ

CNC	Phiếu lập trình	Blatt / Datum

Programm Nr. ______ Programmierer ______
Zeichnungs Nr. ______ WZM/Steuerung ______
Benennung ______ Rohteil/Halbzeug ______

Lập trình

N	G	X	Z	I	K	F	M	T

CNC	Phiếu lập trình	Blatt / Datum

Programm Nr. ______ Programmierer ______
Zeichnungs Nr. ______ WZM/Steuerung ______
Benennung ______ Rohteil/Halbzeug ______

Lập trình

N	G	X	Y	Z	I	K	F	M	T

Hình 193. Phiếu lập trình

II. Lập trình NC bằng tay cho tiện

1. Luyện tập CNC

Thiết lập chương trình NC theo chỉ dẫn cho gia công tiện CNC

Ví dụ:

Để gia công chi tiết bạc bậc, hình 194, cần xây dựng một chương trình NC.

***Hình 194*. Chi tiết tiện CNC**

Tiến hành xây dựng chương trình NC theo các bước sau:

1. Xác định kế hoạch làm việc.
2. Chọn thiết bị kẹp và dụng cụ cắt cần thiết.
3. Xây dựng chương trình NC.
4. Mô phỏng chương trình NC.

a) Xác định kế hoạch làm việc

+ Kế hoạch làm việc để gia công mặt thứ nhất, bảng 26.

Bảng 26

Số TT	Các bước công việc	Dụng cụ	Vị trí đầu revolve	Chế độ cắt	Sơ đồ gia công
1 2 3	Kiểm tra kích thước phôi Kẹp phôi Mặt thứ nhất Xác định điểm zêrô phôi				1 2 3
4	Tiện mặt đầu	Dao tiện góc trái CL-SCLCR-2020/R/1204 ISO30	T04	G96 F0,15 S140	4
5	Khoan tâm	Mũi khoan tâm CD-04.00/056/R/HSS ISO30	T09	G97 F0,16 S1800	5
6	Khoan	Mũi khoan xoắn ϕ 14mm DR-14.00/108/R/HSS ISO30	T07	G97 F0,22 S1000	6
7	Tiện thô biên dạng ngoài	Dao tiện góc trái CL-SCLCR-2020/R/1204 ISO30	T04	G96 F0,1 S140	7

Bảng 26 (tiếp theo)

Số TT	Các bước công việc	Dụng cụ	Vị trí đầu revolve	Chế độ cắt	Sơ đồ gia công
8	Tiện tinh biên dạng ngoài	Dao tiện góc trái CL-SCLCR-2020/R1604 ISO30	T02	G96 F0,1 S280	

+ Kế hoạch làm việc để gia công mặt hai, bảng 27.

Bảng 27

Số TT	Các bước công việc	Dụng cụ	Vị trí đầu Revolve	Chế độ cắt	Sơ đồ gia công
1	Kiểm tra kích thước phôi				
2	Kẹp chi tiết Mặt thứ hai				
3	Xác định điểm zêrô phôi				
4	Tiện mặt đầu với lượng dư 0,2mm	Dao tiện góc trái CL-SCLCR-2020/R/1204/ ISO30	T04	G96 F0,28 S140	
5	Tiện thô biên dạng ngoài	Dao tiện góc trái CL-SCLCR-2020/R/1204/ ISO30	T04	G96 F0,28 S140	

Bảng 27 (tiếp theo)

Số TT	Các bước công việc	Dụng cụ	Vị trí đầu Revolve	Chế độ cắt	Sơ đồ gia công
6	Khoan sơ bộ	Mũi khoan ϕ 22mm DI-22.00/051/R/HMT ISO30	T12	G97 F0.2 S850	6
7	Tiện sơ bộ biên dạng trong với lượng dư	Dao tiện trong BI-SDQCL-1212/L/0704 ISO30	T05	G96 F0.2 S120	7
8	Tiện hoàn thiện biên dạng trong	Dao tiện trong BI-SDQCL-1212/L/0704 ISO30	T10	G96 F0.1 S220	8
9	Tiện tinh biên dạng ngoài	Dao tiện góc trái CL-SVJCR-2020/R/1604 ISO30	T02	G96 F0.1 S280	9

b) Điều chỉnh máy CNC (phiếu điều chỉnh công nghệ)

Sau khi khởi động, mô phỏng CNC tự động được điều chỉnh với phôi, đồ gá và đầu revolve. Nếu các dữ liệu công nghệ (hình 195) không trùng với các dữ liệu công nghệ hiện có thì cần thay đổi thiết lập công nghệ (hình 196).

Tiện CNC menu
dụng cụ kẹp phôi

Cho hoạt động

F1
Dụng cụ kẹp phôi

F1
Dụng cụ mới

F2
Đổi kẹp

F3
Đổi dụng cụ kẹp

F4

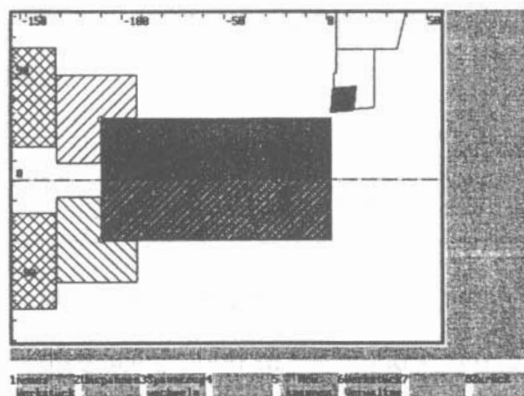
F5
Kẹp mới

F6
Quản lý phôi

F7

F8
Trở về

Hình 195. **Biểu đồ dẫn tới thiết lập công nghệ**



Hình 196. **Menu thiết lập công nghệ "Dụng cụ kẹp phôi"**

+ Phiếu công nghệ để gia công mặt thứ nhất

CẤU HÌNH	MÁY MTS TM-042x500x1000 HỆ ĐIỀU KHIỂN MTS TM Control

CHI TIẾT	HÌNH TRỤ D075.000 100.000 VẬT LIỆU AlMg 1Aluminium TỈ TRỌNG 002.70

TRỤC CHÍNH VỚI CHI TIẾT	
	MÂM CẶP KFD-HS 160 CHẤU CẶP HM-160 200-02.001 LOẠI CẶP KẸP NGOÀI BẠC TRONG MẶT PHẢI CỦA PHÔI: Z+228.000

Ụ ĐỘNG	
	VỊ TRÍ Ụ ĐỘNG Z+800.000

DỤNG CỤ HIỆN TẠI	
	T02

DỤNG CỤ

T02	DAO TIỆN GÓC TRÁI	CL-SVJCR-2020/R/1604 ISO30
T04	DAO TIỆN GÓC TRÁI	CL-SVJCR-2020/R/1204 ISO30
T05	DAO TIỆN LỖ NACHM	BI-SDQCL-1212/L/0704 ISO30
T07	MŨI KHOAN XOẮN	DR-14.00/108/R/HSS ISO30
T09	MŨI KHOAN TÂM	CD-04.00/056/R/HSS ISO30
T10	DAO TIỆN LỖ NACHM	BI-SDQCL-1212/L/0704 ISO30
T12	MŨI KHOÉT	DI-22.00/051/R/HMT ISO30

GIÁ TRỊ HIỆU CHỈNH

D02 R000.400 X+070.000 Z+043.000 G000.000 E052.000 I-000.400 K-000.400
D04 R000.400 X+060.000 Z+043.000 G000.000 E005.000 I-000.400 K-000.400
D05 R000.400 X-008.776 Z+160.000 G000.000 E017.500 I+000.400 K-000.400
D07 R000.000 X+000.000 Z+180.000 G014.000 E000.000 I+000.000 K+000.000
D09 R000.000 X+000.000 Z+070.000 G004.000 D000.000 I+000.000 K+000.000
D10 R000.400 X-008.776 X+160.000 G000.J00 E017.500 I+000.400 K-000.400
D12 R000.000 X+000.000 Z+180.000 G022.000 E000.000 I+000.000 K+000.000

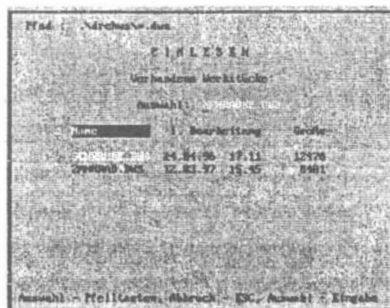
+ Phiếu công nghệ để gia công mặt 2

Để gia công mặt 2, chi tiết được kẹp đảo lại. Vì vậy không có kẹp phôi.

Chi tiết được kẹp sau khi mặt thứ nhất đã được gia công. Dạng thực tế được mô tả trong phần hình học.

Phôi mới
F1 Phôi trụ
F2 Định tâm trụ
F3 Phôi ống
F4 Ống có vát
F5 Phôi với dụng cụ kẹp
F6 Phôi không dụng cụ kẹp
F7 Menu điều chỉnh
F8
Menu đọc

Hình 197. **Biểu đồ dãy menu dẫn tới quản lý chi tiết**



Hình 198. **Nhập thông số chi tiết đã gia công**

CẤU HÌNH	MÁY MTS TM-042x500x1000	
	HỆ ĐIỀU KHIỂN MTS TM Control	
CHI TIẾT		
HÌNH HỌC		X+071.331 Z+165.500
		G01 X+075.000 Z+165.500
		G01 X+075.000 Z+191.000
		G01 X+014.000 Z+191.000
		G01 X+014.000 Z+093.000
		G01 X+020.000 Z+093.000
		G02 X+028.000 Z+097.000 I+000.000 K+004.000
		G01 X+028.000 Z+121.000
		G03 X+034.000 Z+124.000 I+003.000 K+000.000
		G01 X+038.000 Z+126.000
		G01 X+038.000 Z+ 145.600
		G03 X+038.800 Z+146.000 I+000.400 K+000.000

c) Lập trình NC cho chi tiết bạc "bạc bậc" cho ở hình 194.

+ Lập trình NC để gia công mặt thứ nhất

% BAC BAC Mở đầu và tên chương trình "bạc bậc"

Bảng 40

	Tiện mặt đầu
N010	G45 Z+226.000
N015	G96 S0140 T0404 M03
N020	G92 S3000
N025	G00 +078.000 Z+000.200
N030	G01 X-001.000 F000.150 M08
N035	G00 Z+002.000
N040	X+200.000 Y+200.000 M5 M9
	Khoan tâm
N045	G97 S1800 T0909 M03
N050	G00 Z+002.000
N055	X+000.000
N060	G01 Z-005.800 F000.160 M08
N065	G00 Z+002.000
N070	X+200.000 Z+200.000 M5 M9

Khcan	
N075	F000.220 T00707 M03
N080	G97 S1000
N085	G00 Z+002.000
N090	X+000.000 M08
N095	G84 Z-105.000 A+001.000 B+001.000 D+005.000 K+025.000
N100	G00 X+200.000
N105	Z+070.000 M5 M9
Tiện thô biên dạng ngoài	
N110	G96 S0140 T0404 M03
N115	G92 S3000
N120	G00 X+075.000 Z+002.000
N125	G57 X+000.600 Z+000.200
N130	G81 X+018.000 Z+002.000 I+004.000
N135	G42
N140	G01 X+018.000 Z+000.000
N145	X+020.000
Tiện thô biên dạng ngoài	
N150	G03 X+028.000 Z-004.000 I+000.000 K-004.000
N155	G01 Z-028.000
N160	G01 X+018.000 Z+000.000
N165	G02 X+034.000 Z-031.000 I+003.000 K+000.000
N170	G01 Z-053.000
N175	G01 X+044.000
N180	G03 X+050.000 Z-056.000 I+000.000 K-003.000
N185	G01 Z-064.000
N190	G02 X+062.000 Z-070.000 I+006.000 K+000.000
N195	G01 X+66.000
N200	G01 X+071.000 Z-072.500
N205	G01 X+076.000

N210	G40	
N215	G80	
Tiện tinh biên dạng ngoài		
N220	G00 X+200.000 Z+200.000 M5 M9	
N225	G96 F000.100 S0280 T0202 M03	
N230	G92 S4000	
N235	G00 X+010.000 Z+002.000	
N240	G42	
N245	G01 X+013.000 Z+000.000	
N250	G23 O135 Q210	
Tiện tinh biên dạng ngoài		
N255	G00 X+200.000 Z+200.000 M5 M0	
N260	M30	(Kết thúc chương trình BAC BAC)

+ Chương trình NC để gia công mặt hai

BACBAC2 Tên chương trình "bạc bậc 2"

Tiện mặt đầu	
N005	G54 Z+188.000
N010	G96 S0140 T0404 M03
N015	G92 S3000
N020	G00 X+078.000 Z+001.500
N025	G01 X-001.000 F000.280 M08
N030	G00 Z+002.000
Tiện thô biên dạng ngoài với lượng dư	
N035	G00 X+078.000
N040	G00 Z+000.200
N045	G01 X+012.000
N050	G88 X+070.400 Z+000.200 R+004.000
N055	G01 Z-025.000
N060	G00 X+200.000 Z+200.000 M5 M9

Khoét	
N065	G97 S0850 T1212 M03
N070	G92 S1500
N075	G00 Z+002.000 M08
N080	X+000.000 F000.200 M08
N085	G84 Z-034.800 A+001.000 B+001.000 D+004.000 K+020.000
N090	G00 X+200.000
Khoét	
N095	Z+070.000 M05 M09
Tiện thô biên dạng trong với lượng dư	
N100	G96 F000.200 S0120 T0505 M04
N105	G92 S3000
N110	G00 X+021.000 Z+002.000
Tiện thô biên dạng trong với lượng dư	
N115	G57 X-000.600 Z+000.200
N120	G81 X+040.000 Z+002.00 I+002.500
N125	G41
N130	G01 X+038.000 Z+000.000 M08
N135	X+034.000 Z-002.000
N140	G88 X+034.000 Z-015.000 R+002.000
N145	G01 X+026.000
N150	Z-035.000
Tiện thô biên dạng trong với lượng dư	
N155	X+013.000
N160	G40
N165	G80
N170	G00 X+200.000
N175	Z+070.000 M5 M9

Tiện tinh biên dạng tronng		
N180	G96 F000.100 S0220 T1010 M04	
N185	G92 S4000	
N190	G00 X+040.000 Z+002.000	
N195	G23 O125 Q160	
Tiện tinh biên dạng trong		
N200	G00 Z+002.000	
N205	X+200.000	
N210	Z+070.000 M5 M9	
Tiện tinh biên dạng ngoài		
N215	G96 F000.100 S0280 T0202 M03	
N220	G92 S4000	
N225	G00 X+034.000 Z+001.000	
Tiện tinh biên dạng ngoài		
N230	G42	
N235	G01 Z+000.000 M8	
N240	G88 X+070.000 Z+000.000 R+004.000	
N245	G01 Z-026.000	
N250	X+072.000	
N255	G40	
N260	X+200.000 Z+200.000 M5 M9	
N265	M30	(Kết thúc chương trình BACBAC2)

Chi chú:

Ý gnhĩa của một số lệnh đã sử dụng:

- Các lệnh G:

G23	Lặp lại đoạn chương trình, trong đó: O135: số của câu lệnh bắt đầu Q210: Số của câu lệnh kết thúc
G40	Dừng chọn hiệu chỉnh bán kính dụng cụ
G42	Hiệu chỉnh (bù) bán kính dụng cụ bên phải công tua
G54	Dịch chuyển zero phôi tuyệt đối
G57	Lượng dư gia công tinh
G80	Kết thúc mô tả biến dạng
G81	Chu kỳ tiện thô dọc với biên dạng bất kỳ
G88	Chu kỳ về cung tròn
G92	Giới hạn số vòng quay
G96	Mở ổn định tốc độ cắt
G97	Tắt ổn định tốc độ cắt

Các lệnh M:

M03	Trục chính quay phải
M04	Trục chính quay trái
M05	Dừng trục chính
M08	Mở nước làm mát
M09	Ngắt nước làm mát
M30	Kết thúc chương trình

d) Mô phỏng chương trình NC

Trong vận hành tự động, hình 209 và 210, chương trình NC đã xây dựng được mô phỏng với thời gian thực và dưới sự quan sát các va chạm có thể xảy ra.

Menu chính
Soạn thảo
F2 / F8
Hoạt động tự động
F1 Tiếp nhận chương trình
F2 Chọn vùng
F3
F4
F5 Thời gian vượt quá
F6 Đo 3 D
F7 Mô tả đồ họa
F8 Trở về

Hình 199. **Biểu đồ dãy menu dẫn tới vận hành tự động**

Programmname: GZ42AFFN
Bitte einen Programmnamen eingeben und übernehmen
1 Programm 2Bereich 3 4 5Override 6 Messen. 7Grafische 8Zurück
übernehmen wählen Zeiten 3D Darstellg

Hình 200. **Menu vận hành tự động**

Để mô phỏng chương trình NC cần thực hiện hai bước sau:

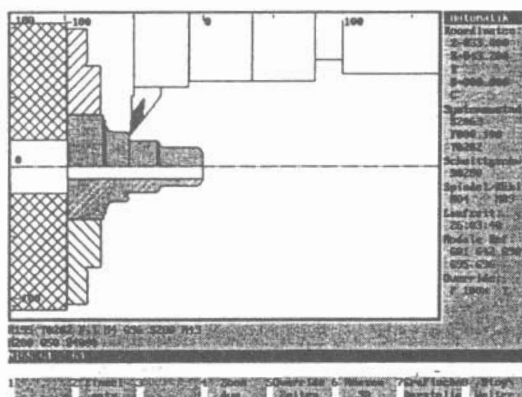
1. Sau khi gọi vận hành tự động, tải menu chính xuống. Sau đó nhập tên của chương trình NC cần mô phỏng trong vận hành tự động.

Chấp nhận chương trình: Nhấn [F1] hoặc [↵] để xác nhận tên chương trình. Nếu chương trình NC này có thực nó sẽ được gọi ra, bằng không, sẽ xuất hiện thông báo lỗi.

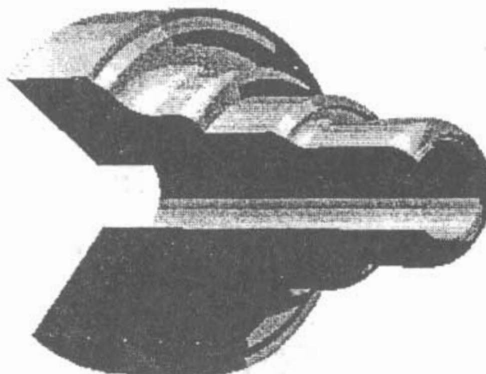
2. Sau đó chọn dạng mô phỏng mong muốn

Tự động: Dùng [F1] để chạy mô phỏng tự động chương trình NC.

Từ câu lệnh: Dùng [F2] để chạy mô phỏng từng câu lệnh chương trình NC.



***Hình 201*. Menu trong chạy mô phỏng tự động**



***Hình 202*. Hình cắt 3D**

Đảm bảo chất lượng bằng cách đo kết quả gia công

Một chi tiết có thể được đo sau khi gia công (chạy tự động) hoặc trong khi gia công, sau mỗi bước gia công (từng câu lệnh) và so sánh với các giá trị trong bản vẽ.

Cách thức thực hiện, bảng 28.

Bảng 28

Số TT	Mô tả	Nhập dữ liệu
1	Gọi tiện CNC trong menu chính	tiện
2	Chọn vận hành tự động	F2 vận hành tự động
3	Gọi chương trình NC có sẵn Ví dụ GEWBU2	Dùng phím viết "GEWBU2" và ↵ xác nhận
4	Chọn dạng mô phỏng Chạy tự động	F1 chạy tự động
		Quá trình gia công được mô phỏng trên màn hình
5	Chọn menu đo	F6 đo 3D
6	Chọn menu đo kích thước điểm	F7 đo điểm

Bảng 28 (tiếp theo)

Số TT	Mô tả	Nhập dữ liệu
7	Chọn điểm cần đo	F1 điểm tiếp theo hoặc F2 điểm trước đó
		Dữ liệu về điểm đã chọn được hiển thị tương ứng trên màn hình
8	Thoát khỏi menu đo theo điểm	F6 trở về F7 trở về

III. Lập trình NC bằng tay cho phay

a) Luyện tập CNC

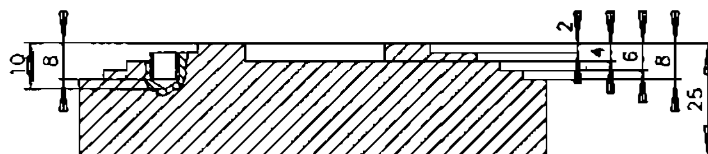
Thiết lập chương trình NC cho gia công phay CNC.

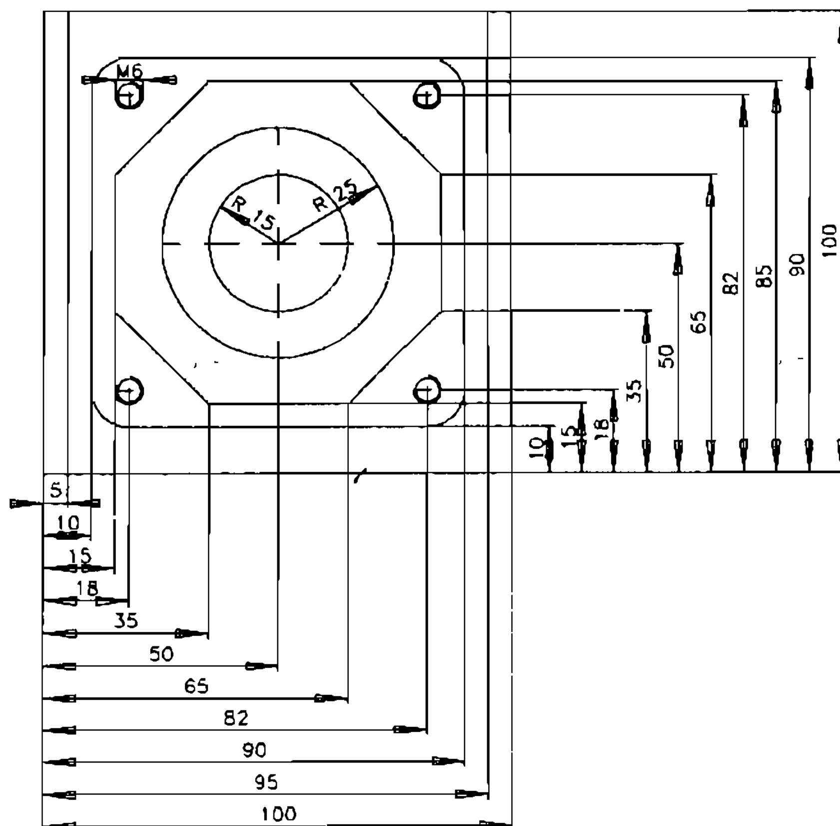
Ví dụ:

Cần lập trình NC để chế tạo chi tiết cho trên hình 203.

Tiến hành xây dựng chương trình NC theo các bước sau:

1. Xác định kế hoạch làm việc
2. Chọn thiết kế kẹp và dụng cụ cần thiết
3. Xây dựng chương trình NC
4. Mô phỏng chương trình NC





Hình 203. **Chi tiết đế máy cần lập trình**

+ Kế hoạch làm việc, bảng 29

Bảng 29

Số TT	Trình tự công việc	Dụng cụ	Vị trí ổ dao	Chế độ cắt	Sơ đồ gia công
1 2 3	Kiểm tra phôi Kẹp phôi Xác định điểm zêrô phôi				Y X 1 2 3
4	Phay biên dạng trái, sâu 8 mmm	Dao phay ngón ϕ 20 ME-20.0/075L HSS ISO 1641	T01	F250 S1600	4
5	Phay biên dạng phải, sâu 8 mmm	Dao phay ngón ϕ 20 ME-20.0/075L HSS ISO 1641	T01	F250 S1600	5

Bảng 29 (tiếp theo)

Số TT	Trình tự công việc	Dụng cụ	Vị trí ổ dao	Chế độ cắt	Sơ đồ gia công
6	Phay biên dạng cung tròn sâu 6 mmm	Dao phay ngón ϕ 20 ME-20.0/075L HSS ISO 1641	T01	F250 S1600	
7	Phay biên dạng bát giác sâu 4 mm	Dao phay ngón ϕ 20 ME-20.0/075L HSS ISO 1641	T01	F250 S1600	7
8	Phay biên dạng tròn r = 25 mm và sâu 2 mm	Dao phay ngón ϕ 20 ME-20.0/075L HSS ISO 1641	T01	F250 S1600	8
9	Phay hốc tròn r = 15 mm, sâu 4 mm	Dao phay rãnh ϕ 10 MS-10.0/045L HSS ISO 1641	T02	F50 S1800	9

Bảng 29 (tiếp theo)

Số TT	Trình tự công việc	Dụng cụ	Vị trí ổ dao	Chế độ cắt	Sơ đồ gia công
10	Khoan mồi 4 lỗ	Mũi khoan mồi ϕ 10 DC-08.0/60 HSS ISO 3294	T03	F80 S2000	
11	Khoan 4 lỗ cơ bản M6	Mũi khoan ϕ 5 DR-05.00/87 HSS ISO 235	T04	F50 S1500	
12	Tarô 4 lỗ M6	Tarô M6 TA-M06.0/1.00 HSS ISO 2857	T05	F150 S150	

+ Điều chỉnh công nghệ máy CNC (phiếu điều chỉnh công nghệ)

Sau khi khởi động, mô phỏng MTS tự động thiết lập với phôi, gá kẹp và việc bố trí đầu revolve (hình 204 và 205). Nếu các thông số công nghệ kế tiếp không trùng với các thông số công nghệ hiện tại, cần thay đổi trong thiết lập công nghệ.

Cho hoạt động

F1 Dụng cụ kẹp phôi

F1 Dụng cụ mới

F2 Đổi kẹp

F3 Đổi dụng cụ kẹp

F4

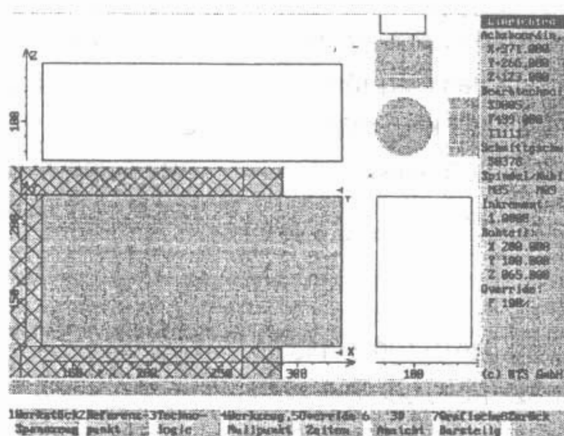
F5 Kẹp mới

F6 Quản lý phôi

F7

F8 Trở về

Hình 204. **Biểu đồ dãy menu dẫn tới thiết lập công nghệ**



Hình 205. **Menu Thiết lập công nghệ**

CẤU HÌNH	MÁY MTS VMC-550x550x500 HỆ ĐIỀU KHIỂN MTS VMC 40 Control	

KÍCH THƯỚC PHÔI	X+100.000 Y+100.000 Z+025.000

VỊ TRÍ CỦA CHI TIẾT	X+145.000 Y+090.000

GÓC BÊN TRÁI CỦA CHI TIẾT	X+145.000 Y+090.000 Z+114.000

VẬT LIỆU	AlMg 1:: Nhôm

ÊTÔ	RS 135 Chiều cao từ đáy êtô tới mặt dưới của chi tiết E+025.000 Dịch chuyển V+000.000 Hướng ra A90^0

DỤNG CỤ HIỆN TẠI	T01		
DỤNG CỤ	T01	Dao phay ngón	MS-20.0/075L HSS ISO 1641
	T02	Dao phay rãnh	MS-10.0/045L HSS ISO 1641
	T03	Mũi khoan tâm	DC-08.0/060 HSS ISO 3294
	T04	Lưỡi khoan	DR-05.00/087 HSS ISO 235
	T05	Tarô	TA-M06.0/1.00 HSS ISO 2857

HIỆU CHỈNH DỤNG CỤ		
	D01	R010.000 Z+143.000
	D02	R005.000 Z+138.000
	D03	R000.000 Z+112.500
	D04	R000.000 Z+176.500
	D05	R000.000 Z+132.500

+ Lập trình NC cho chi tiết "đế máy" ở hình 203

% DEMAY   Mở đầu và tên chương trình "đế máy"

N010	G54 X+145.000 Y+090.000 Z+114.000
Phay biên dạng trái sâu, 8 mm	
N015	S1600 T0101 M03
N020	G00 X-020.000 Y-020.000
N025	Z-008.000 M08
N030	G41 G47 A+012.000 G01 X+005.000 Y-002.000 F250.000
N035	Y110.000
Phay biên dạng phải, sâu 8 mm	
N040	G0 X095.000
N045	G01 Y-010.000
N50	G40 G47 A+012.000
Phay biên dạng cung tròn, sâu 6 mm	
N055	G00 X-020.000 Y-020.000
N060	Z-006.000
N065	G41 G47 A+012.000 G01 X+010.000 Y-002.000 F250.000
N070	Y+082.000
N075	G02 X+018.000 Y+090.000 B+008.000
N080	G01 X+082.000
N085	G02 X+090.000 Y+082.000 B+008.000
N090	G01 Y+018.000
N095	G02 X+082.000 Y+010.000 B+008.000

N100	G01 X+018.000
N105	G02 X+010.000 Y+018.000 B+008.000
N110	G03 X-010.000 Y+038.000 B+020.000
N115	G40 G47 A+012.000
Phay bát giác, sâu 4 mm	
N120	G00 X-020.000 Y-020.000
N125	Z-004.000
N130	G41 G47 A+012.000 G01 X+015.000 Y-002.000
N135	Y+065.000
N140	X+035.000 Y+085.000
N145	X+065.000
N150	X+085.000 Y+065.000
N155	Y+035.000
N160	X+05.000 Y+015.000
N165	X+035.000
N170	X+005.000 Y+045.000
N175	G40 G47 Z+012.000
Phay biên dạng tròn r = 25 mm, sâu 2 mm	
N180	G00 X-020.000 Y-020.000
N185	Z-002.000
N190	G41 G47 A+012.000 G01 X+025.000 Y-002.000
N195	G01 Y+050.000
N200	G02 X+025.000 Y+050.000 I+025.000
N205	G40 G47 A+012.000
N210	G01 Y+065.000
N215	G00 Z+100.000 M09 M05

Phay hốc tròn r = 15 mm, sâu 4 mm	
N220	S1800 T0202 M03
N225	G00 X+050.000 Y+050.000 M08
N230	Z+002.000
N235	G01 Z-004.000 F050.000
N240	G42 G47 A+005.000 X+038.000 Y+053.000
N245	G02 X+005.000 Y+065.000 B+012.000
N250	G02 J-015.000
N255	G02 X+062.000 Y+053.000 B+012.000
N260	G40 G47 A+005.000
N265	G01 X+005.000 Y+050.000
N270	G00 Z+100.000 M09 M05
Khoan định tâm 4 lỗ	
N275	S2000 T0303 M03
N280	G00 Z+002.000 M08
N285	G81 Z-005.000 W+005.000
N290	G78 X+018.000 Y+018.000 A+090.000 D+064.000 S0002
N295	G78 X+082.000 Y+082.000 A+270.000 D+064.000 S0002
N300	G00 Z+100.000 M09 M05
Khoan 4 lỗ cơ sở M6	
N305	S1000 T0404 M03
N310	G00 Z+002.000 M08
N310	G00 Z+02.000 M08
N315	G81 Z-010.000 W+005.000

N320 9	G78 X+018.000 Y+018.000 A+270.00 D+064.000 S0002	
N325	G78 X+082.000 Y+082.000 A+270.000 D+064.000 S0002	
N330	G00 Z+100.000 M09 M05	
Tarô 4 lỗ		
N335	S0150 T0505 M03	
N340	G00 Z+002.000 M08	
N345	G84 Z-008.000 W+005.000	
N350	G78 X+018.000 Y+018.000 A+090.000 D+064.000 S0002	
N355	G78 X+082.000 Y+082.000 A+270.000 D+064.000 S0002	
N360	G00 Z+100.000 M09 M05	
N365	M30	(kết thúc chương trình DEMAY)

Ghi chú:

Ý nghĩa của một số lệnh đã sử dụng

- Các lệnh G:

G02	Nội suy cung tròn theo chiều kim đồng hồ
G03	Nội suy cung tròn ngược chiều kim đồng hồ
G47	Vào dao/thoát dao theo cung 1/4
G78	Gọi chu kỳ trên đường thẳng
G81	Định nghĩa chu kỳ khoan
G84	Định nghĩa chu kỳ Tarô ren

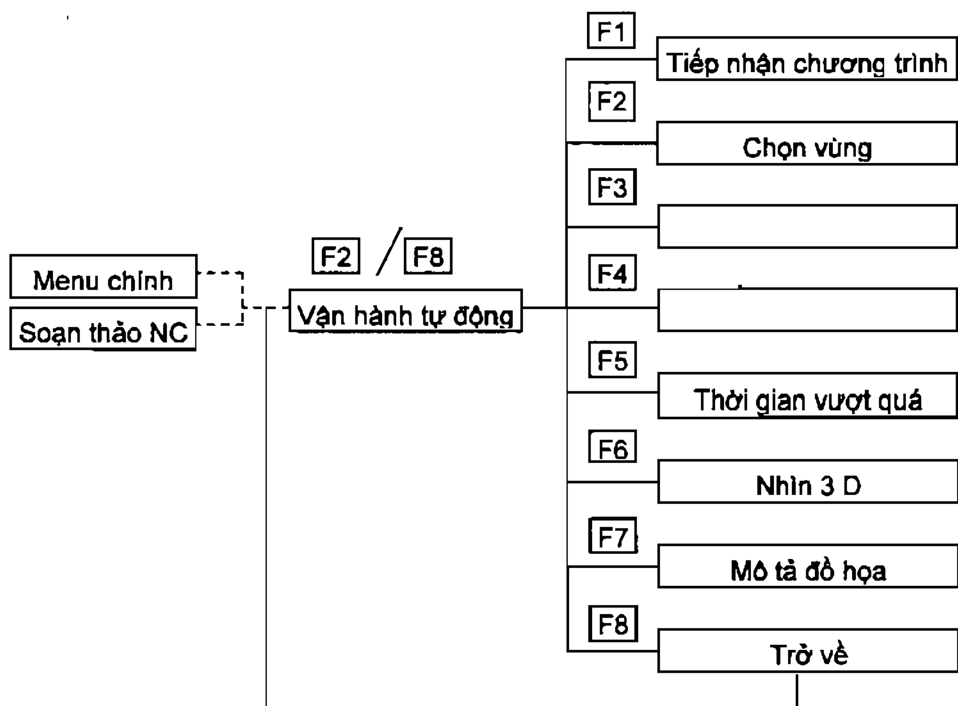
- Các lệnh khác:

F 250.000	Bước tiến dao 250 mm/phút
S 2000	Tốc độ quay trục chính 2000 vòng/phút
S 0002	Số lỗ khoan = 2 lỗ

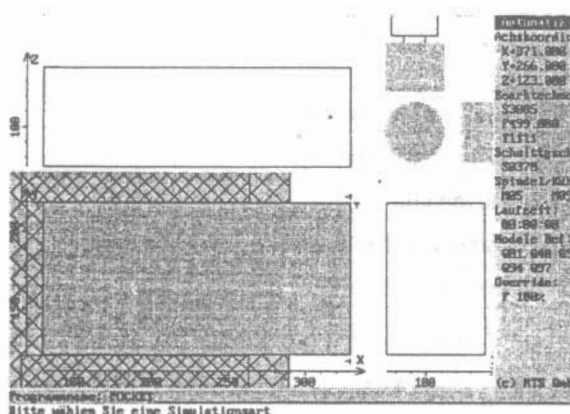
T0101, T0404, T0505	Chọn dụng cụ số 1, số 4, số 5
A+012.000	Bán kính cung tròn ¼ vào dao/thoát dao
A+090.000	Góc của đường thẳng so với trục X
B +008.000	Bán kính chuyển tiếp
I, J	Toạ độ gia số của tâm cung tròn
D+064.000	Khoảng cách các lỗ khoan
W 005.000	Khoảng cách giữa bề mặt an toàn và bề mặt rút dao

+ Mô phỏng chương trình NC

Trong vận hành tự động, chương trình NC đã lập được mô phỏng với thời gian thực và dưới sự theo dõi về va chạm. Biểu đồ dãy menu dẫn đến vận hành tự động cho ở hình 206.



Hình 206. **Biểu đồ dãy menu dẫn tới vận hành tự động**



Hình 207. **Menu vận hành tự động**

Để mô phỏng chương trình NC (hình 207) cần thực hiện 2 bước sau:

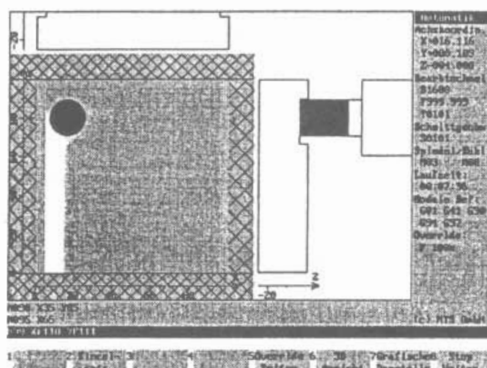
1. Sau khi gọi "Vận hành tự động" tải menu chính xuống. Sau đó nhập tên của chương trình NC mà cần mô phỏng trong vận hành tự động.

Chấp nhận chương trình: Dùng F1 hoặc ↵ để xác định tên chương trình đã nhập. Nếu chương trình có thực nó sẽ được gọi ra bộ nhớ làm việc, nếu không sẽ xuất hiện thông báo lỗi.

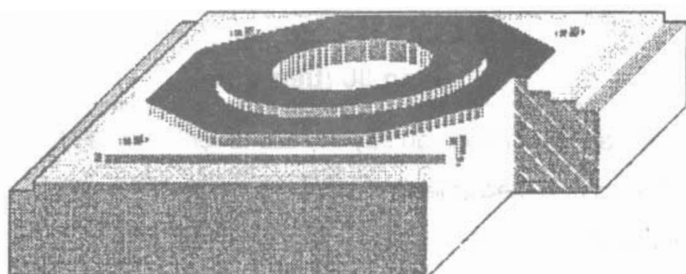
2. Sau đó, lựa chọn chế độ mô phỏng theo mong muốn.

Tự động: Chọn F1 mô phỏng tự động chương trình.

Từ câu lệnh: Chọn F2 mô phỏng chương trình NC theo từng câu lệnh, hình 208 và 209.



Hình 208. **Menu mô phỏng tự động "Chạy tự động"**



Hình 209. **Mặt cắt 3D**

b) Luyện tập ở xưởng

Học viên cần phay chi tiết đã được lập trình trên máy phay CNC.

Câu hỏi kiểm tra kiến thức lập trình NC, bảng 45

Bảng 30

1.	Hãy nêu các bước công việc trong lập trình bằng tay.
2.	Một kế hoạch làm việc và một phiếu lập trình khác nhau ở điểm nào?
3.	Giải thích khái niệm "Thông tin đóng - mở.
4.	Hãy gọi và giải thích 5 lệnh dành cho máy CNC.
5.	Giải thích cấu tạo chương trình NC
6.	Giải thích cấu trúc một câu lệnh chương trình.
7.	Giải thích cấu trúc một từ lệnh chương trình.
8.	Giải thích các chữ cái địa chỉ F, S, M, X, Y, Z!
9.	Giải thích các từ lệnh chương trình dưới đây, khi a) Lập trình tuyệt đối (G90) b) Lập trình gia số (G91) X 53, Z184.005
10.	Các chữ cái địa chỉ I, J, K biểu hiện điều gì?

Bảng 30 (tiếp theo)

11. Hãy nhận biết các chức năng sau đây với các từ lệnh G hoặc M:

    Nội suy đường tròn theo chiều kim đồng hồ

    Mở nước làm mát

    Gọi hướng

12. Trong trường hợp nào đòi hỏi tốc độ cắt không đổi, nêu lý do vì sao?

13. Tốc độ cắt không đổi được lập trình với điều kiện hành trình nào?

14. Hãy đọc và mô tả các câu lệnh chương trình sau:

    Biểu diễn bằng hình vẽ quá trình chuyển động

    G01 G95 X100 Z-5 F0.25 S600 T0101

15. Hãy đọc và mô tả các câu lệnh chương trình sau:

    Biểu diễn bằng hìnhvẽ quá trình chuyển động

    G02 G96 X30 Z-30 I30 K-15 F0.2 S180

16. Hãy đọc và mô tả các đoạn chương trình sau:

N5	G90	G96	T0101	S100	M3	M8
N10	G0	X133	Z2			
N20	G1	Z-395	F0.3			
N30	G0	X135	Z2			
N40		X123				
N50	G1	Z-269.8				
N60	G2	X133	Z-274.8	I133	K-269.9	O70
N70	G0	Z2				

Chương 5. Xu hướng phát triển máy công cụ CNC trên thế giới

Trên thế giới những nước có ngành công nghiệp chế tạo máy CNC phát triển cao nhất là Cộng hòa lien bang Đức, Thụy sỹ, Mỹ và Nhật Bản. Những nước khác như Pháp, Anh, Italia, Tây ban nha cũng chỉ xếp vào những hang tiếp sau. Ở châu Á, Hàn quốc, Đài Loan, Trung Quốc cũng đã có những bước phát triển tích cực trong lĩnh vực chế tạo máy công cụ CNC.

Những hướng nghiên cứu phát triển cao nhất và mới nhất của máy công cụ CNC thuộc về các nước hang đầu. Có thể tóm tắt những hướng phát triển máy công cụ ở những nước này (Đức, Mỹ, Nhật) theo 5 xu hướng sau đây:

5.1. Phát triển các máy vốn là tiện CNC thành trung tâm tiện phay CNC để tập trung nguyên công

Ví dụ: trung tâm tiện phay TNS60 của hang TRAUB (Đức), trung tâm tiện – phay INDEX – GSC – 30 – 42 với trục Y – INDEX (Đức). Ở một máy tiện CNC, các trục X, Z và C mới chỉ gia công hoàn thiện cac phôi tròn xoay. Nay thêm trục Y (Y vuông góc với Z) sẽ mở rộng phạm vi gia công các chi tiết nhỏ phức tạp. Đó là sự gia công tổng hợp mở rộng.

Ví dụ, một phôi cỡ Ø50 có nhiều bề mặt tròn xoay, có các rãnh và lỗ ngang phải phay, khoan. Nếu gia công riêng rẽ trên máy tiện CNC và máy phay CNC thì trải qua 7 gnuyên công khác nhau, tổng thời gian gia công là 9,8 phút.

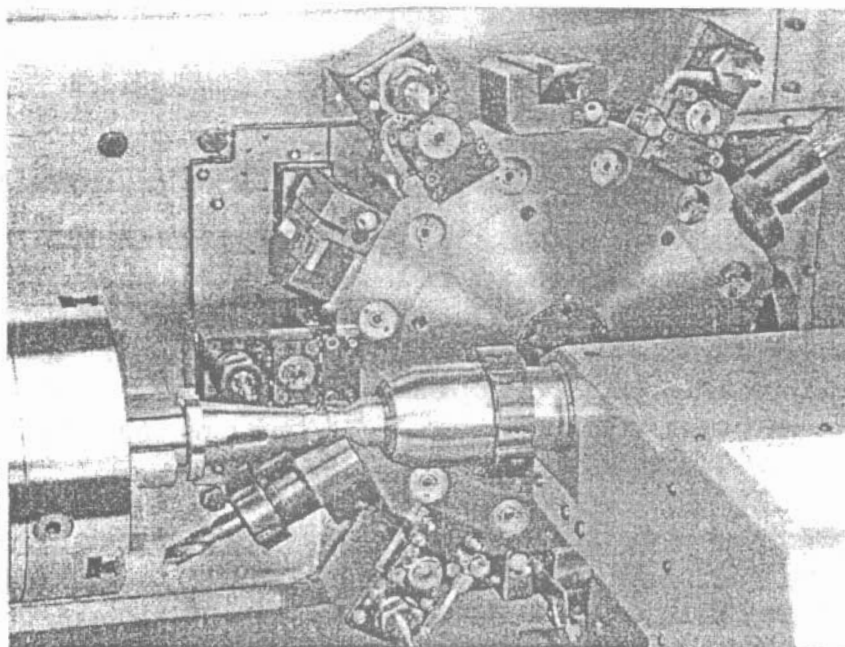
Cũng chi tiết đó, gia công tổng hợp tập trung nguyên công trên trung tâm tiện phay IDEX – GSC – 30 – 42 thì tổng thời gian gia công chỉ là 3,4 phút, giảm thời gian gia công ban đầu.

Muốn có được cỗ máy như vậy thì đầu Revolve của máy không chỉ lắp các dụng cụ cắt đơn thuần ở trạng thái tĩnh để chỉ nhận chuyển động chạy dao dọc hoặc ngang mà người ta còn phải tạo ra được chuyển động quay cắt gọt cho các dụng cụ đó.

Máy có 27 dụng cụ lắp trên đầu revolve, trong đó 15 dụng cụ được chuyển động quay. Một máy dạng này, với trục Y có thể làm được các việc sau:

- Các nguyên công phay phức tạp
- Các kiểu khoan, kể cả khoan ngang trục phôi
- Phay rãnh nghiêng
- Phay profin răng dọc và ngang

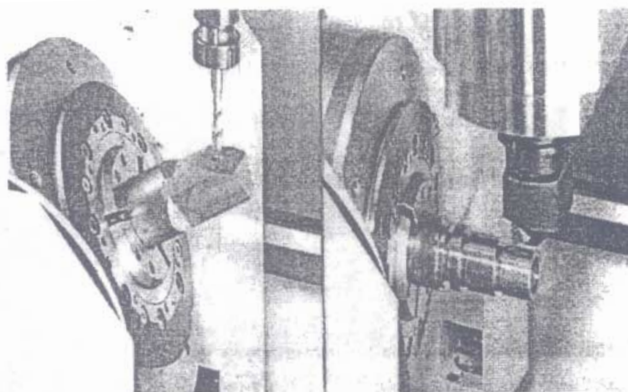
Trên hình 210 cho thấy hình ảnh phôi tiện cùng với đầu revolve lắp nhiều dụng cụ phay được truyền chuyển động quay cắt gọt.



Hình 210. **Vùng gia công của máy tiện – phay hỗn hợp**

Cũng thuộc về xu hướng tập trung nguyên công cao độ, người ta còn biến các máy vốn là máy phay CNC nay được bổ sung them khả năng tiện.

Hình 211 cho thấy hình ảnh tiện và phay trên cùng một máy, đó là máy phay – tiện 526/MT của hang STAMA (Đức).

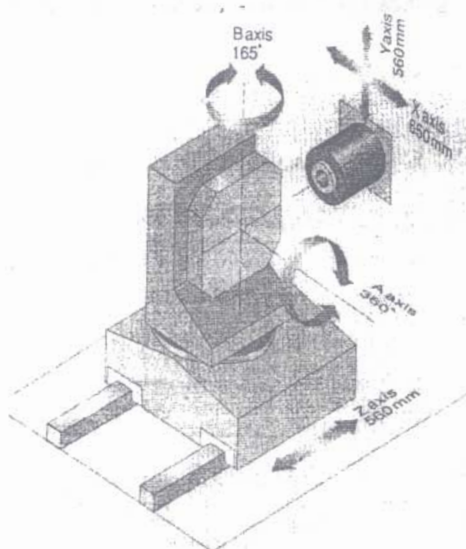


Hình 211. **Phay và tiện trên máy phay tiện MC – 526/MT (Đức)**

5.2. Phát triển các máy phay CNC điều khiển 5 trục

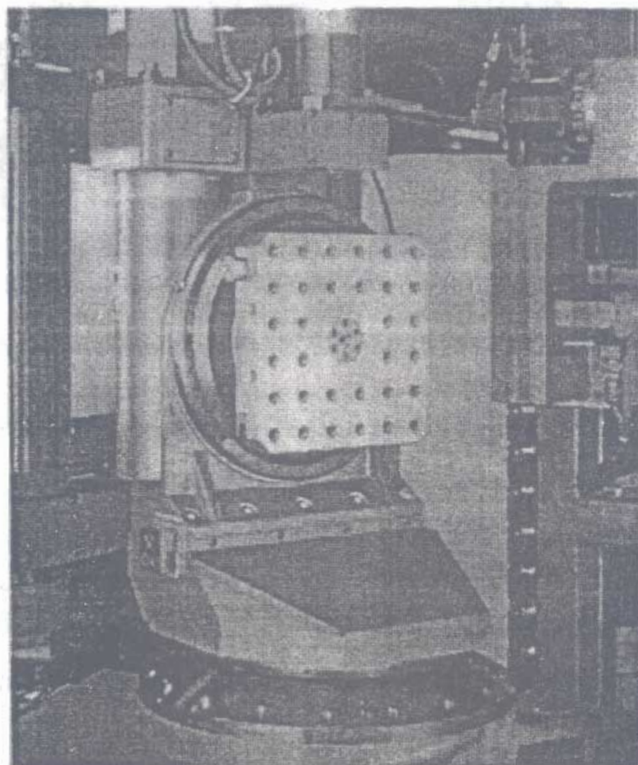
Các máy phay CNC thường chỉ điều khiển 3 trục là các trục X, Y, Z vuông góc với nhau trong không gian, các máy này chiếm 90% tổng số các máy phay CNC. Chỉ có 10% các máy phay CNC là điều khiển từn 4 đến 5 trục, thường có 3 trục thẳng X, Y, Z và 2 trục quay (A, B hoặc B, C hoặc A, C).

Trên hình 212 là sơ đồ bố trí 5 trục điều khiển của máy phay 5 trục Model H3oi của hãng YASDA (Nhật).



Hình 212. **Sơ đồ bố trí 5 trục điều khiển của H3oi**

Trên hình 213 là hình ảnh bàn máy với các khả năng quay quanh các trục A (nằm ngang) và B (thẳng đứng) của máy phay 5 trục H3oi.

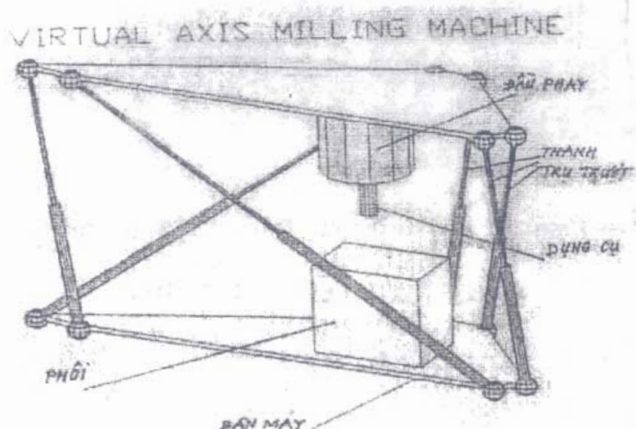


Hình 213. **Bàn máy với 2 khả năng quay của máy H3oi**

Khác biệt cơ bản của máy phay 5 trục là trục dụng cụ không còn đố định một phương như ở máy phay 3 trục. Trục dụng cụ được điều khiển để đạt được một góc độ bất kỳ trong không gian, góc độ này có thể đạt được bằng sự điều khiển định vị từng góc một để gia công từng bề mặt phẳng của phôi, hoặc trục dụng cụ được điều khiển nội suy lien tục (điều khiển công tua) để gia công một bề mặt không gian phức tạp của phôi (ví dụ: mặt xoắn cánh Tua bin). Cái khó nhất ở máy phay 5 trục là hệ điều khiển rất phức tạp của nó và các tính toán bù sai số gia công. Ưu việt lớn nhất của máy phay 5 trục là các chi tiết gia công phức tạp chỉ cần 1 lần gá là có thể được gia công xong toàn bộ các bề mặt của nó đảm bảo độ chính xác cao nhất và năng suất gia công cao.

5.3. Phát triển các máy CNC hoàn toàn mới, dạng HEXAPOD có trục ảo

Đây là một hướng rất hiện đại để phát triển các máy công cụ CNC có trục ảo, Máy không có các trục đề các vuông góc X, Y, Z như ở máy phay CNC thông thường. Đầu phay của máy HEXAPOD được điều khiển để có 1 góc độ không gian bất kỳ nhờ 6 thanh trụ trượt điều khiển đồng thời (Hình 214). Đây là loại máy có động học song song (Parallelkinematic machine) – (PKM).



Hình 214. **Sơ đồ cấu tạo máy HEXAPOD**

Loại máy này sử dụng đầu trục chính động cơ (motorspindle). Đó là một trục chính được cuốn xung quanh nó là các cuộn cảm để trở thành Rotor của một động cơ servo điều khiển vô cấp. Nhờ đó đầu trục chính mang dụng cụ phay có thể chiếm bất cứ góc độ không gian nào khi gia công 1 phôi phức tạp trên bàn máy. Loại máy HEXAPOD đòi hỏi phải có một phần mềm chuyển hệ tọa độ từ hệ tọa độ đề các của chi tiết gia công sang hệ tọa độ trục ảo của máy. Các máy HEXAPOD này đã được đưa vào sản xuất công nghiệp có hiệu quả ở Đức và Mỹ. Nhược điểm chính của máy HEXAPOD là nó chiếm không gian nhà xưởng rất lớn so với các máy CNC thông thường dạng 5 trục điều khiển.

Trên hình 215 là máy HEXAPOD có trục dụng cụ nằm ngang model Hexapod – 600 – INGERSOLL của Đức.



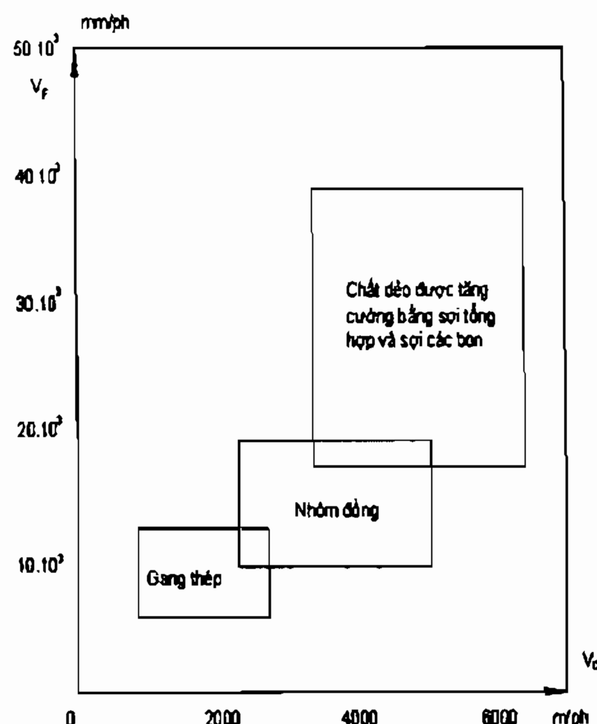
Hình 215. **Máy Hexapod – 600 INGERSOLL của Đức**

5.4. Phát triển của máy công cụ cho công nghệ cắt cao tốc HSC (High speed cutting)

HSC là một công nghệ rất hiện đại và cũng rất đặc biệt: nó đem lại những hiệu quả không ngờ cho thế giới. HSC tuy được gọi là cắt cao tốc nhưng không phải ở HSC chỉ có tốc độ cắt cao mà HSC phải được hiểu một cách đúng đắn và đầy đủ là:

- Cắt với tốc độ cắt cực cao (Vc = 1000-6000m/ph)
- Cắt với lượng chạy dao cực lớn (Vf = 20 000 -45 000 mm/ph)
- Cắt với một tốc độ xử lý cực nhanh của hệ điều khiển

Quan hệ giữa tốc độ cắt Vc và tốc độ chạy dao Vf trong cắt cao tốc HSC được cho ở hình 216. Tùy thuộc vào vật liệu gia công (thép, gang hay nhôm, đồng hoặc chất dẻo) mà Vc và Vf có các vùng giá trị khác nhau cho gia công HSC.



Hình 216. Định nghĩa về HSC của Đại học Damstadt

Vấn đề quan trọng là người ta phải phát triển được các vật liệu dụng cụ đáp ứng được sự khắc nghiệt của gia công HSC, đó là các vật liệu cắt công suất cao (bảng 31).

Bảng 31. Các vật liệu dụng cụ hiện đại

Vật liệu dụng cụ	Vc max	Đường kính dụng cụ (Ø 6 mm)	
	m/ph	n	Chạy dao răng
		Vòng/ph	mm/răng
Hợp kim cứng hạt nhỏ	1200	63.500	25.400
Cermet	600	32.000	12.800
Ceramic (gốm)	1000	53.000	21.200
CBN	1000	53.000	21.200
PKD (kim cương đa tinh thể)	1500	79.500	31.800

Việc gia công một điện cực phức tạp bằng công nghệ HSC có thể rút ngắn thời gian gia công từ 1 tuần xuống còn 12 giờ.

Trong gia công các lòng khuôn, HSC đã không chỉ giảm thời gian cơ bản mà còn tăng chất lượng bề mặt khuôn đến mức cạnh tranh với công nghệ gia công tia lửa điện xung định hình.

Tóm lại, máy công cụ phục vụ cho cắt HSC là những máy công cụ siêu đẳng, phải được sản xuất một cách đặc biệt để đạt được những thông số cắt gọt phi thường như đã nói ở trên, với độ cân bằng và ổn định cao nhất.

Hiện nay chỉ có rất ít máy công cụ loại này được chế tạo. Trục chính của các máy này phải được cân bằng động ở mức cao nhất và chúng được đỡ trên các ổ trục phun mù dầu đặc biệt. Hệ điều khiển của các máy gia công HSC phải có tốc độ xử lý lệnh phù hợp với tốc độ trục chính và tốc độ chạy dao cực kỳ cao của máy.

5.5. Các máy CNC cho hệ thống công nghệ có cấu hình thay đổi nhanh RMS (Reconfigurable Manufacturing System)

Do nhu cầu của cuộc sống hiện đại, các sản phẩm tiêu dung luôn thay đổi mẫu mã, kiểu dáng và tính năng sử dụng để đáp ứng nhu cầu ngày càng cao của con người. Khi một sản phẩm mới ra đời dưới dạng sản phẩm xuất hàng loạt thì cả hệ thống công nghệ phải thay đổi theo. Việc phát triển một hệ thống công nghệ mới là cả một vấn đề nan giải cho các nhà sản xuất và các nhà đầu tư vì nó liên quan đến thời gian lớn và vốn đầu tư đòi hỏi lớn.

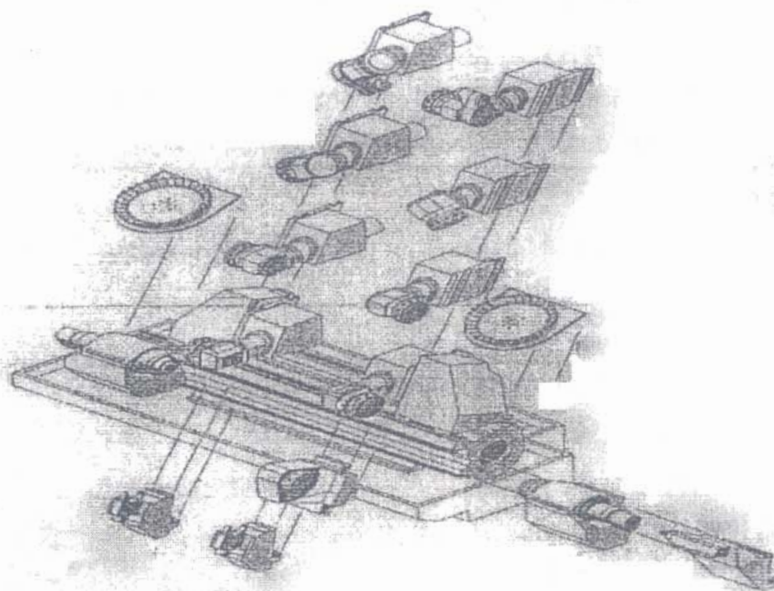
Ở Châu Âu người ta đang tập trung nghiên cứu để dần dần hình thành một hệ thống công nghệ với các máy công cụ CNC dưới dạng lắp ghép lại từ nhiều modul có sẵn. Khi cần có một máy mới, thay vì phải thiết kế chế tạo nó, người ta chỉ cần gỡ đi một vài modul và lắp ráp vào một vài modul khác phù hợp với sản phẩm mới. Đó là cách thức phát triển một hệ thống công nghệ có cấu hình thay đổi nhanh RMS (hình 217).

Việc phát triển hệ thống RMS được tiến hành từng giai đoạn:

- *Giai đoạn 1:* Chế tạo các modul lắp tương thích được trong phạm vị một hãng.
- *Giai đoạn 2:* Chế tạo các modul lắp tương thích được cấp Quốc gia.
- *Giai đoạn 3:* Chế tạo các modul lắp tương thích được ở cấp quốc tế.

Đây là một dự án rất lớn của Châu Âu và hy vọng sẽ phát huy hiệu quả trong những thập niên đầu của thế kỷ 21.

Trên đây là 5 hướng nghiên cứu phát triển của chính ngành chế tạo máy công cụ CNC trên thế giới. Lĩnh hội những điều này, các nhà chế tạo máy Việt Nam có rất nhiều điều phải suy nghĩ để tìm cho mình một hướng phát triển nào đó phù hợp với điều kiện của Việt Nam trong cái thế giới toàn cầu hóa ngày nay. Đó quả là một điều không đơn giản. Việc Việt Nam nên phát triển máy công cụ CNC theo hướng nào là một chủ đề rất lớn đòi hỏi sự nghiên cứu của nhiều cơ quan quản lý nhà nước cũng như của các tập đoàn kinh tế và các công ty chế tạo máy công cụ của Việt Nam. Điều đó không thuộc về phạm vi của tài liệu này.



Hình 217. Hệ thống RMS với các modul có thể lắp ghép thay thế cho nhau.

Phụ lục

Bảng 32. Đáp án câu hỏi kiểm tra kiến thức "Cơ sở về CNC" cho ở bảng 2, chương 1

1.	- Máy công cụ CNC không còn vận hành bằng tay nữa mà được lập trình. Máy tự làm việc theo một chương trình NC. - Máy công cụ CNC có hệ truyền động trục điều khiển được. - Máy công cụ CNC có hệ thống đo hành trình cho mỗi trục dịch chuyển.
2.	- Tất cả các thông tin cần thiết để gia công chi tiết được cho dưới dạng các mã lệnh. - Máy tính có sẵn hệ điều khiển CNC điều khiển các chức năng và điều chỉnh các chuyển động.
3.	- Máy công cụ CNC có tốc độ gia công cao. - Các chi tiết được gia công trên máy công cụ CNC có chất lượng đồng đều. - Máy công cụ CNC làm việc với độ chính xác rất cao và thời gian gia công ngắn.
4.	Các trục bước tiến trên máy CNC cần phải điều chỉnh được để đảm bảo dụng cụ luôn được đưa bởi vị trí chính xác như mong muốn.
5.	- Động cơ. - Li hợp cơ khí chống quá tải cũng như điều khiển bằng điện tử. - Vít me bi để truyền lực không có khe hở. - Cảm biến đo như hệ thống đo hành trình. - Khuyếch đại công suất với các thiết bị giao tiếp số hoặc tương tự để điều khiển CNC.
6.	Tối thiểu có hai trục.
7.	- Trục X (trục theo chiều ngang). - Trục Z (trục theo chiều dọc).
8.	Tối thiểu có ba trục.

Bảng 32 (tiếp theo)
9. - Trục X. - Trục Y. - Trục Z.
10. - Trục C (trục chính) điều khiển được trên máy tiện CNC. - Trục xoay C của mâm xoay trên máy phay CNC.
11. Dụng cụ linh hoạt cắt có thể thực hiện trên máy phay và khoan trên máy tiện CNC.
12. - Gia công các chi tiết tròn xoay có thực hiện trên máy phay CNC nhờ mâm xoay. - Chi tiết có thể được gia công ở nhiều phía.
13. - Tạo điều kiện chuyển động không có khe hở của các trục bước tiến. - Hai nửa của đai ốc bi được kẹp lại với nhau. Lực được truyền giữa đai ốc và vít me bi thông qua bi nên ít ma sát.
14. - Đo vị trí trực tiếp là vị trí được xác định ngay trên bàn máy. - Đo vị trí gián tiếp là vị trí được xác định từ chuyển động quay của trục.
15. - Đo vị trí tuyệt đối là vị trí được xác định trực tiếp trên thước đo. - Khi đo vị trí gia số, chỉ các chuyển động được cộng luỹ kế. Do vậy vị trí luôn luôn phải được tính toán.
16. - Để giữ ổn định tốc độ cắt. - Cho quá trình chạy kiểm tra và phanh.
17. - Đầu revolve. - Ổ chứa dao với thiết bị thay dao.
18. - Ổ chứa dao dạng xích. - Ổ chứa dao dạng dài. - Ổ chứa dao dạng vòng. - Ổ chứa dao dạng đĩa. - Ổ chứa dao dạng hộp.

Bảng 33. Đáp án câu hỏi kiểm tra kiến thức "Cơ sở hình học" cho ở bảng 12, chương 2

1.	Tiện
2.	Phay
3.	Nếu điểm được đo bởi một góc và khoảng cách của nó tới gốc tọa độ, ví dụ: vòng lỗ
4.	- Điều khiển điểm. - Điều khiển đoạn thẳng. - Điều khiển côngtua.
5.	- Điều khiển côngtua 2½D trên bề mặt X/Y - Điều khiển côngtua 2½D trên bề mặt X/Z - Điều khiển côngtua 2½D trên bề mặt Y/Z
6.	- Ở điều khiển côngtua 2½D, tất cả 3 trục có thể dịch chuyển riêng, tuy nhiên chỉ 2 trục dịch chuyển đồng thời. Bởi vậy người ta phải chọn trước bề mặt tương ứng mà trên đó dao cần dịch chuyển.
7.	- Điểm zêrô máy (M) là điểm gốc của hệ tọa độ máy. - Điểm zêrô phôi (W) là điểm gốc của hệ tọa độ liên quan đến chi tiết. Nó được đặt sao cho có thể sử dụng trực tiếp các kích thước cho trong bản vẽ. - Điểm tham chiếu (R)được sử dụng trong trường hợp máy với hệ thống đo hành trình gia số để thông báo một lần vị trí tuyệt đối cho hệ điều khiển. - Điểm chuẩn của dụng cụ cắt (E) làm nhiệm vụ để đo các dụng cụ được sử dụng.
8.	- Điểm zêrô phôi (W) cần nằm sao cho kích thước của bản vẽ có thể dùng trực tiếp để lập trình . - Trường hợp tiện ở tâm trục chính và thường là mặt đầu của chi tiết. - Trường hợp phay thường là bề mặt góc bên phía ngoài bên trái của chi tiết.
9.	- Không tự tích luỹ dung sai kích thước. - Từng kích thước sai không dẫn tới sai tiếp theo. - Trường hợp chi tiết tiện thì các giá trị đường kính có thể cho trực tiếp là giá trị X.
10.	- Khi điểm được đo gia số. - Khi gia công cùng biên dạng hoặc các hình khoan cũng như các rãnh.

Bảng 33 (tiếp theo)
11. - Điều khiển mạch hở - điều khiển mạch kín. - Ở điều khiển mạch hở, máy bị ảnh hưởng không có sự kiểm tra. Những ảnh hưởng bên trong và bên ngoài dẫn tới các sai lệch so với giá trị mong muốn. - Ở mạch điều khiển kín, các sai lệch này được hiệu chỉnh bằng cách đo các giá trị và cân đối với các giá trị mong muốn bởi mạch điều khiển kín.
12. - Ví dụ về điều khiển kín: Vị trí mong muốn (giá trị cần) khi dụng cụ dịch chuyển được chuyển giao cho mạch điều khiển kín. Hệ thống hành trình đo vị trí thực tế và giao giá trị thực tế (giá trị thực) này cho mạch điều khiển kín. Khi xảy ra sai lệch giữa hai giá trị này, ngay cả do những ảnh hưởng bên trong và bên ngoài (các đại lượng nhiễu) thì một chuyển động dịch chuyển tương ứng được tạo ra tới khi đạt được vị trí mong muốn (giá trị cần).
13. Vì dao phay có thể được sử dụng với các đường kính khác nhau, do đó nếu chỉ chú ý tới quỹ đạo tâm dao thì sẽ hình thành sai lệch kích thước.
14. - Chiều dài L của dao phay. - Bán kính R của dao phay.
15. Khi các chuyển động dịch chuyển không song song với các trục X hoặc Z sẽ xuất hiện sai lệch kích thước.
16. - Chiều dài L của dao tiện. - Chiều ngang Q. - Bán kính mũi dao.
17. Qua đó hệ điều khiển có thể tính toán bán kính mũi dao theo đúng hướng.
18. - Đo với thiết bị đo hiệu chỉnh dao. - Đo với dụng cụ chuẩn. - Đo trực tiếp bởi gia công thử một chi tiết. - Đo đường kính quang học trên máy công cụ CNC.

Tài liệu tham khảo



1. CNC - Grundlagen - MTS GmbH - 2003

(MTS Teach ware student's book)

2. Bohez. E - Computer Control of Manufacturing

AIT - Bangkok - 1995

3. Viker G.W and Bradley

Curved Surface Machining through Circular Arc Interpolation

Computer in Industry, June 1992

4. Tastsystem - Zyklen TNC 426, TNC 430

Benutzen - Handbuch - HEIDENHAIN, 1998.

5. TS. Vũ Hoài Ân

Nền sản xuất CNC

NXB. Khoa học và kỹ thuật – Hà Nội, 2003.

6. K. Christoffel – Werkzeuge zur Hochgeschwindigkeit Bearbeitung.

HSC – Sonderteil – Duesseldorf – 1996.

7. W. Philipp.

Linear – Direktantriebe Genauigkeit and Dynamik – Konstruktion 43 – 1991.

Giá: 58 000đ